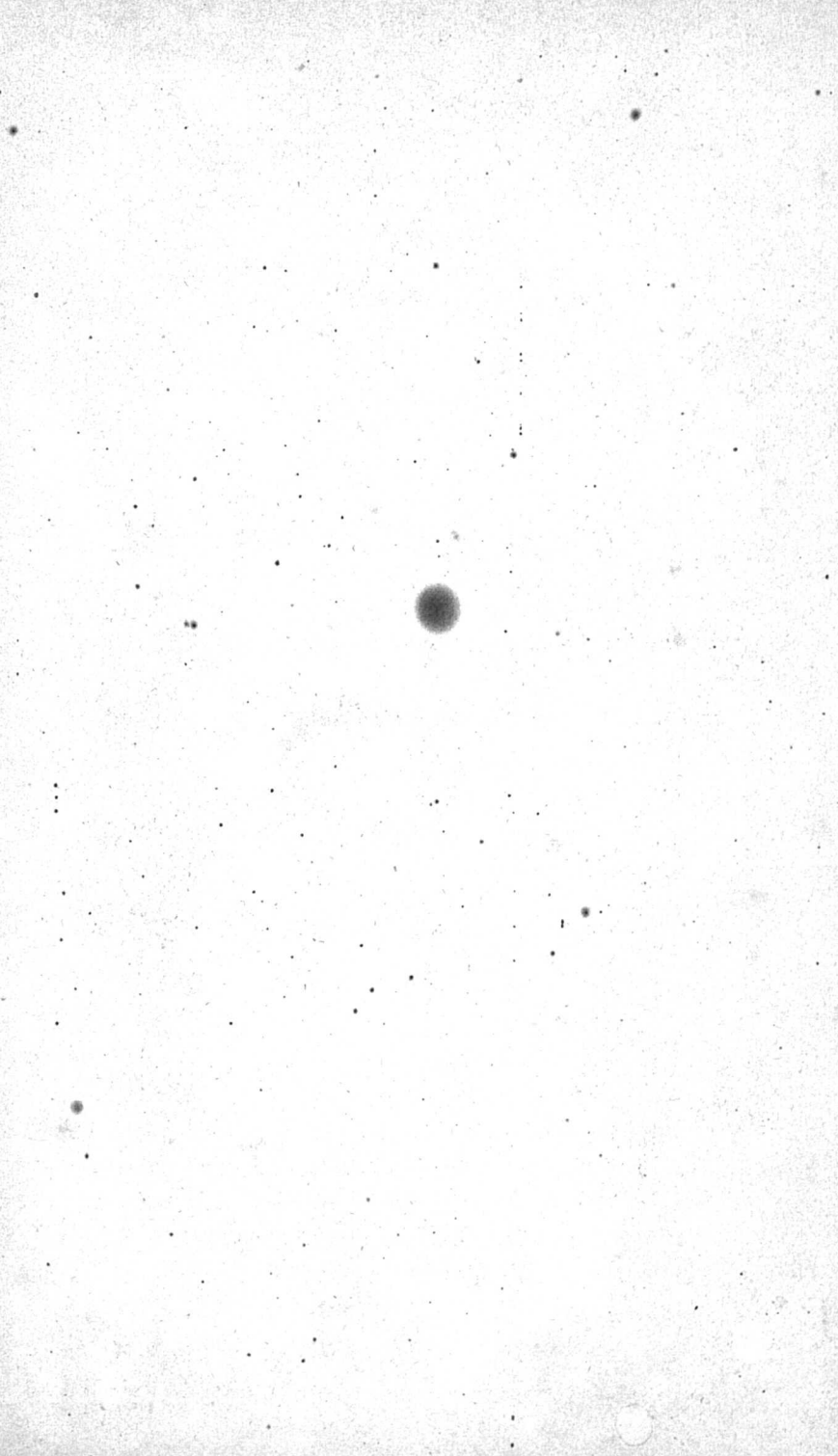


Linz 5. April 1921

Erste dt. Ausgabe

2. 1/2 1/2 1/2 1/2 lithog. Profiltafel



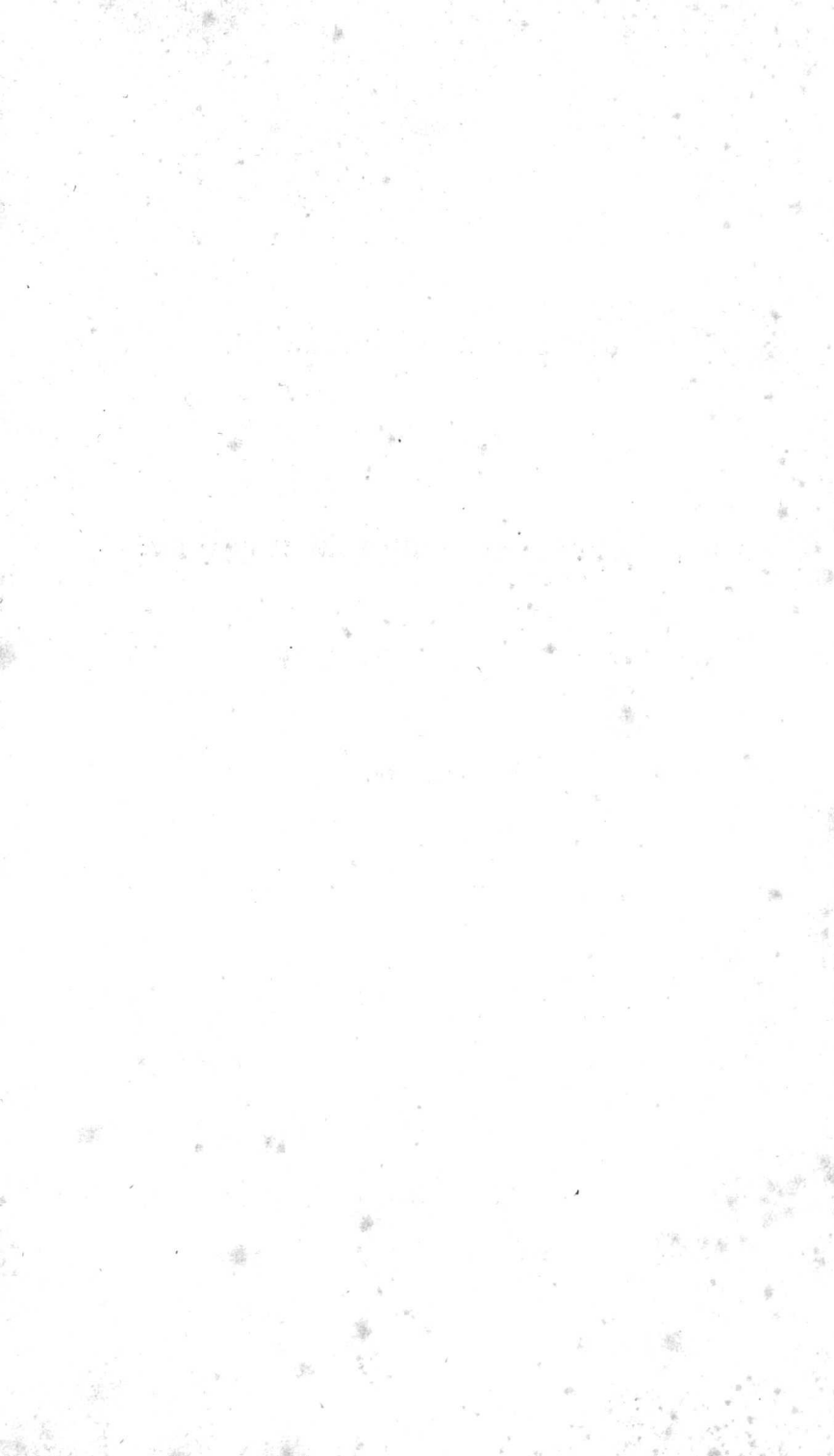
Ueber den Gebirgsbau

in den

Alpen, Apenninen und Karpathen.

Von

R. I. Murchison.



Ueber
den Gebirgsbau
in den
Alpen, Apenninen und Karpathen,
namentlich
um einen Uebergang aus sekundären Gebilden in tertiäre darzuthun,
und
über die Entwicklung eocener Ablagerungen im südlichen Europa.

Von
A. J. Murchison

Bearbeitet
von

Gustav Leonhard,

Doctor der Philosophie, Privatdocent an der Universität zu Heidelberg, der dasigen Gesellschaft für Naturwissenschaft und Heilkunde, der R. Russischen mineralogischen Gesellschaft in St. Petersburg, der R. Preussischen Akademie gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt, des Mannheimer Vereins für Naturkunde, der Wetterau'schen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde, der Rheinischen naturforschenden Gesellschaft in Mainz, der Gesellschaft für Förderung der Naturwissenschaften in Freiburg, der Pollichia in der Bayerischen Pfalz, und des landwirthschaftlichen Vereins in Baden Mitglied.

Mit einer lithographirten Profiltafel.

Stuttgart,
Verlag von J. B. Müller.

1850.

Rh 460

BIBLIOTHÈQUE
CANTONALE
DU VALAIS



WALLISER
BIBLIOTHEK

98/6642

E i n l e i t u n g.

Der berühmte Saussure versuchte es bereits, die mannigfaltigen Felsmassen, welche die Alpen zusammensetzen, nach ihren mineralogischen Characteren zu unterscheiden. Geraume Zeit verfloß indessen, bis man nur einigermaßen eine Vergleichung derselben mit den in anderen Theilen Europa's auftretenden Gesteinen — die durch ihre Lagerungsweise, durch ihre organischen Reste schon längst bestimmt worden waren — wagen konnte. Ein neues Feld bot sich den Geologen, als Brochant im Jahre 1808 seine Ansicht ausgesprochen hatte: daß die so weit verbreiteten krystallinischen Felsgebilde in den Central- und Savoyer-Alpen — welche bisher für primitive gehalten wurden — neptunischen Ursprungs seien und der „Uebergangs-Periode“ angehörten. Buckland ging alsbald noch weiter: er stellte die sogenannten Uebergangs-Gebilde Brochant's den secundären Gesteinen der britischen Inseln gleich*). Angeregt durch ein solches Beispiel, widmeten Brongniart, L. v. Buch, Elie de Beaumont, Boué, Lill von Lilienstein und Andere ihre Untersuchungen den Alpen; Sedgwick und

*) Vergl. *Annals of Philosophy*, an. 1821, vol. XVII., pag. 450. Wir müssen übrigens dem verstorbenen B a k e w e l l Gerechtigkeit widerfahren lassen, der in demselben Sommer, wie Buckland, die Savoyer Alpen und die Tarentaise durchwanderte und zu gleichen Resultaten gelangte. (*Travels in the Tarentaise and various Parts of Grecian and Pennine Alpes*, vol. II. pag. 410.) Was meine eigenen Forschungen betrifft, so bemerke ich nur, daß ich im Jahre 1829 die Meeralpen besuchte und später, in Gesellschaft von L y e l l, die Umgebungen von Turin und das Vicentinische. Den Herbst desselben Jahres brachte ich in der Gegend von Bassano zu und kehrte durch die Tyroler Alpen zurück. Im Jahre 1829 untersuchten Sedgwick und ich die östlichen Alpen, Steiermark und Syrien; 1830 wanderte ich allein durch die östlichen Alpen zurück und sah sie erst im Jahre 1847 wieder. Gemeinschaftlich mit Zeussner stellte ich Beobachtungen von Krakau bis zu den Karpathen an, und in den Jahren 1847 und 1848 sammelte ich das Material für vorliegende Schrift.

ich machten in einem Aufsatze *) unsere Ansichten bekannt, der von einer allgemeinen Karte der östlichen Alpen begleitet wird. Seitdem hat man in der Kenntniß des Gebirges bedeutende Fortschritte gemacht, und es regte sich in mir das Verlangen, die früher durchforschten Gegenden mit den von mir noch unbefuchten der Alpen zu vergleichen, welche bereits durch Entdeckungen meiner Zeitgenossen bekannter geworden waren. Hauptsächlich bewog mich der Umstand, daß ich gewisse, früher gesehene Phänomene durchaus nicht vereinigen konnte mit den gegenwärtig fast in jedem geologischen Handbuch oder auf jeder Karte dargelegten Ansichten, daß nämlich die sogenannten Kreide-Ablagerungen der Alpen und Italiens unmittelbar von den jüngsten Tertiär-Schichten bedeckt würden, ohne daß irgend ein eocenes oder älteres Tertiär-Gebilde seine Stelle dazwischen einnähme. Nur eine kleine Strecke (das Vicentinische) hielten Einige für älteren tertiären Gesteinen angehörig, während Andere solche der Kreide-Gruppe zutheilten. Sollten sich Sedgwick und ich geirrt haben in Betreff des Alters der Gosau-Gebilde? und doch boten sich dort so gute Beweise für einen Uebergang aus der secundären in die tertiäre Gruppe. So war ich z. B. fest überzeugt, daß bei den Profilen am Abfall der venetianischen Alpen bei Bassano, welche ich der geologischen Gesellschaft, ehe ich die österreichischen Alpen besuchte, vorlegte, kein Irrthum obwalten konnte — und die Profile zeigten deutlich einen Uebergang von der Kreide zu den ältesten Tertiär-Schichten, und dann zu neueren Ablagerungen mit Subapenninen-Muscheln **). Es bildeten diese unlängbaren Thatfachen gleichsam den Grund für unsere, später auf die Oesterreicher Alpen ausgedehnte Meinung. Dagegen konnte man die Muscheln-führenden Ablagerungen im Vicentinischen — wie es Brongniart auch erwiesen — nur für ältere tertiäre halten; war dies der Fall, so mußten sich — wie wir schloßen — in anderen Theilen der Alpen Aequivalente finden. Die tieferen Schichten der Gosau-Ablagerungen hielten wir damals, auf die Versteinerungen gestützt, für Kreide-Gebilde; aber bestimmt durch die überwiegende Anzahl von Gasteropoden, die sonst in tertiären Gesteinen so häufig sind, und durch das Aussehen der weichen, losen Ablagerungen, die einen so schroffen Contrast gegen die Secundär-Gebilde boten, auf welchen sie ruhen, glaubten wir, daß der obere, Muscheln-führende Theil der Gruppe einen Uebergang der Kreide in die unmittelbar über derselben liegenden Schichten wahrnehmen lasse, wie es am Abfall der Venetianer Alpen zu sehen ist. Mein letzter Besuch in Gosau im Jahre

*) Transactions of the Geological Society, vol. III. (Sec. Ser.) pag. 301, und Phil. Mag. and Ann. of Phil. N. S. vol. III., Aug. 1830.

**) Phil. Mag. and Annals, June 1830, und Proceed. Geol. Soc. Lond. vol. I., pag. 137.

1847 in Gesellschaft Berneuil's überzeugte mich indessen, daß meine frühere Meinung aufgegeben werden müsse. Ich glaube jetzt, daß die mergeligen und erdigen, Versteinerungen enthaltenden Schichten des Thales als Aequivalente des Gault, oberen Grünsands und der unteren Kreide anzusehen sind *). Aber wenn sich dieselben wirklich als der Kreide angehörig erwiesen, so blieben die Profile von Bassano und Asolo, von Untersberg und Kressenberg, um das Vorhandensein anderer und jüngerer Gesteine darzuthun. Wenn ich aber behaupte, daß die Gosau-Ablagerungen, ihren Petrefacten zufolge, der Kreide-Epoche angehören, muß ich gegen den Schluß mich verwahren, daß die darüber befindlichen Sandsteine und Schiefer in diesem Thale gleichfalls zu jener Formation zu rechnen seien. Der Hauptwechsel, welchen ich (nicht ohne manchen Zweifel) zur Sprache bringe, ist, daß der mächtige Streifen grüner Sandsteine, unreiner Kalksteine und kalkiger Schiefer u. s. w., welche die äußere Zone der nordöstlichen Alpen unter dem Namen „Flysch“ oder Wiener-Sandstein, als Repräsentant des Grünsandes und der Kreide von England und Frankreich galt. Es ist wohl unnöthig, hier die Gründe anzuführen für eine Meinung, die mein Gefährte und ich mit so vielen Geologen der Jetztzeit theilten. In Ermangelung von Petrefacten mußten wir uns etwas durch die mineralogischen Charactere leiten lassen, namentlich in den östlichen Alpen, wo die ganze Grünsandstein-Zone unmittelbar auf die als „Alpen-Kalkstein“ bezeichneten Felsmassen folgt, deren höherer Theil von unseren Vorgängern als Vertreter der oberen Jura-Gruppe angesehen ward.

Da wir einmal überzeugt waren, daß die große, auf den Jura folgende Grünsandstein-Gruppe zur Kreide gehöre, und daß Nummuliten mit derselben auftraten, schloßen wir auch, daß die fossilen Reste gleichsam eine Verbindung zwischen den älteren tertiären und den jüngeren secundären Gebilden ausmachten — eine Meinung, von welcher ich jetzt gänzlich zurückgekommen bin. Ich habe nun die Ansicht, daß keine Art des Geschlechtes der Nummulina (*d'Orb.*) in den Alpen in Schichten unter der Kreide oder deren Aequivalenten getroffen wird. Jedoch mögen die Geologen sich erinnern, daß zur Zeit, als wir unseren oben erwähnten Aufsatz schrieben, man von einer Entwicklung der unteren Kreide-Gruppe im südlichen Europa wenig wußte — daß eine „Neocomien-Formation“ gänzlich unbekannt war, daß es Niemand ahnte, die mächtige Decke des sogenannten Alpen-Kalksteines, welche damals zum oberen Dolith gerechnet wurde, würde sich später als

*) Boué meinte, daß die Petrefacten von Gosau auf den unteren Grünsand verwiesen, während mein Gefährte und ich die Schichten für der Kreide und unteren Tertiär-Gruppe angehörig hielten. Boué und ich sind jetzt der Ansicht, daß die nummulitischen und Flysch-Gebilde über der Kreide liegen.

ein Aequivalent der losen Schichten von Sand und Schiefer erweisen, die man in England als unterer Grünsand bezeichnete. Die wenigen secundären Petrefacten, welche wir damals in Schichten über Lias- oder Jura-Bersteinerungen-führenden Gebilden entdecken konnten, waren charakteristisch für die Kreide-Gruppe, und so vermutheten wir, durch Hebungen bedingte Störungen außer Acht lassend, daß die „Flysch“ genannte Gruppe, welche so viel Grünsand enthielt, und als Ganzes ihre Stelle gleichsam zwischen den muthmaßlichen Jura-Gebilden und den bekannten tertiären Gesteinen erhielt, wohl gleichen Alters seyn müßte mit anderen Schichten von sandigem Mergel und von Kalkstein, die gleichfalls häufig Grünerde-Körner und Kreide-Petrefacten führen. Einzelne Theile der Gosau-Ablagerungen, so wie der Gebilde beim Untersberg zeigten ebenso die Merkmale des „Flysch“, und auf diese Weise glaubten wir, daß derartige, Kreide-Petrefacten führende, isolirte Ablagerungen einfache Dasen in der großen Grünsand-Formation seien.

Ich habe mich nun genügend überzeugt, daß der sogenannte Flysch den oberen Theil des Nummuliten-Gebietes ausmacht, und daß die untersten Schichten mit Nummuliten sämmtlich über solchen Gebilden ihre Stelle einnehmen, die als Aequivalente der weißen Kreide im nördlichen Europa gelten. Außerdem will ich noch darzuthun versuchen, daß zwischen den Vertretern der Kreide und den untersten Nummuliten-Kalksteinen, Schichten von oft beträchtlicher Mächtigkeit erscheinen, die — es seien nun Mergel, Grünsandsteine oder unreine Kalksteine — jenen wahrhaften Uebergang wahrnehmen lassen, dessen ich oben gedachte, und der allerdings zwischen secundären und tertiären Gebilden in den Alpen Statt findet.

Die Anwendung dieser Classification auf die Alpen, Apenninen und Karpathen, wo allenthalben ähnliche nummulitische Kalksteine und Sandsteine auftreten, dürfte wohl einige Beachtung verdienen, zumal wegen der mannigfaltigen Ansichten, welche über die fraglichen Ablagerungen herrschen. So ist z. B. auf der vortrefflichen Karte von Dechen's die Zone, welche der Flysch in den östlichen Alpen einnimmt, als Aequivalent der unteren Kreide-Gebilde angenommen, ohne einen Vertreter der wahren Kreide; und bei der Bezeichnung der secundären Formationen in der Schweiz, ist die Kreide-Epoche gänzlich weggelassen, und die Molasse wird als in Berührung mit Jura-Gebilden dargestellt. Und doch ist dies gerade die Gegend, wo die ganze Kreide-Gruppe sich in ihrer vollen Entwicklung zeigt, von mächtigen Schichten des Nummuliten-Kalksteins und Flysch bedeckt. Auf der nämlichen Karte werden die Ablagerungen im Vicentinischen als untere tertiäre angegeben, während sie in Wirklichkeit nur eine Muscheln führende Abtheilung derselben großen, über der Kreide liegenden, Schichten-Reihe sind, welche den Nummuliten-Kalkstein und Flysch umfaßt.

Auf der neuen geognostischen Karte der österreichischen Monarchie ist der Gyps der nämlichen fraglichen Zone, oder wenigstens ein Theil, als Keuper bezeichnet. Auf der italienischen Seite der Alpen und in den Apenninen sind einige Ablagerungen als zur Kreide gehörig colorirt und (auf Colligno's neuer Karte) mit sämmtlichen Gebilden unterhalb des unteren Grünsandes oder Neocomien einschließlich vereint. Dies geschah hauptsächlich in Folge der Ansichten von Elie de Beaumont und Dufrenoy, welche, auf solche Grundsätze gestützt, ihre ausgezeichnete geognostische Karte von Frankreich colorirten. Die Schlüsse dieser Geologen sind auf die Thatsache gegründet, daß die nummulitische Gruppe, den Gyps der Alpen inbegriffen, an allen den Störungen Theil hatte, welche die darunter befindliche Kreide-Gruppe erlitten. Wenn ich auch zugebe, daß die physischen Verhältnisse derartig sind, so behaupte ich dennoch, daß wir keine vergleichende geologische Chronologie zwischen den Schichten im nördlichen und im südlichen Europa aufstellen können, wenn wir nicht die fragliche Gruppe als wirklich untertertiäre ansehen, um so mehr, da dieselbe über Gesteinen mit Kreide- oder secundären Versteinerungen ruht, eine eocene Fauna besitzt und in aufsteigender Ordnung von Ablagerungen mit jüngeren Tertiär-Petrefacten bedeckt wird.

In der ersten Abtheilung dieser Schrift will ich, in ansteigender Ordnung, eine gedrängte Skizze der sedimentären Gebilde geben, welche die ganze Alpenkette zusammensetzen. Nachdem ich die paläozoischen und secundären Formationen geschildert, soll von den Haupt-Veränderungen die Rede sein, welche sie in ihrer Erstreckung vom östlichen zum westlichen Theil des Gebirges erfuhren. Alsdann sollen die Verhältnisse der Kreide- und Nummuliten-Gebilde mit einiger Ausführlichkeit besprochen werden, so wie das Alter und die Beziehungen der jüngeren Tertiär-Ablagerungen in der Schweiz. Es wird diese Abtheilung endlich schließen mit einigen Bemerkungen über die Hauptbrüche, Umstürzungen und Biegungen, welche die sedimentären Schichten erlitten.

Alsdann folgt eine kurze Skizze meiner Ansichten über die Schichten-Reihe am nördlichen Alpen-Gehänge, und eine Erklärung der Anomalieen des sogenannten Karpathen-Sandsteines.

Die dritte Abtheilung betrifft vorzugsweise Italien und die Apenninen; sie enthält eine Uebersicht der organischen Reste und der Schichtenfolge, welche die wahre Nummuliten-Gruppe zusammensetzen — nicht allein im südlichen Europa, sondern auch in Egypten, Asien und in allen den Regionen, wo die fragliche Formation sich ausdehnt. Mit einem allgemeinen Ueberblick schließt die Schrift.

Erste Abtheilung.

Gebirgsbau in den Alpen.

Achtzehn Jahre sind verflossen, seit Sedgwick und ich die Kette der westlichen Alpen besuchten. Damals faßte man nur die einfachen Verhältnisse auf — die von einem Mittelpunkt krystallinischer Felsmassen gleichmäßig entwickelten „Uebergangs-Gebilde“ (die nun als „paläozoische“ bezeichnet werden) die secundären Gesteine, gänzlich umgeben von gewissen tertiären Ablagerungen. Indessen bemerken wir, daß den Geologen bei näherer Bekanntschaft mit dem Gebirge die scheinbare Einfachheit nicht täuschen wird, daß alle die durch Hebungen und Umstürzungen bedingten Phänomene hervortreten, in Folge deren jüngere Formationen nicht selten unter älteren einzufallen scheinen. Ungeachtet solcher Schwierigkeiten versuchten wir damals doch die alpinischen Gebilde in eine Reihe von Gruppen einzutheilen, und dieselbe mit den in England und anderen Gegenden entwickelten Systemen zu vergleichen. Noch hat sich die von uns gegebene Classification als richtig erwiesen und wird es auch größtentheils bleiben. Nur die, für die Kreide und die über derselben befindlichen Gesteine in den nordöstlichen Alpen gewählten Beispiele sind ungenau und dürften einige Veränderungen auf der Karte veranlassen.

Krystallinische und paläozoische Gebilde der Central-Are.

In dieser Gruppe — welche jetzt paläozoische genannt wird — beobachteten wir die Häufigkeit von Encriniten in den kalkigen und chloritischen Schiefern der Tauern-Alp. Auch machten wir aufmerksam auf die Gegenwart von britischen Producten des Kohlen-Gebirges in den alten Felsmassen

vom Bleiberg in Kärnth'n*). Wir wiesen also das Vorhandenseyn von Petrefacten in Schichten nach, die einerseits mit krystallinischen Gebilden, andererseits mit jüngeren, Versteinerungen=führenden Ablagerungen in Verbindung standen. Die Vermuthungen, welche wir damals auf unsere Entdeckungen gründeten, wurden durch Beobachtungen in neuerer Zeit bestätigt**) Erlach fand bei Dienten unsern Werfen in Uebergangs=Gebilden Petrefacten auf, die durch Hauer beschrieben wurden. Verneuil und ich sahen bei unserem Besuch in Wien einige von diesen Versteinerungen, und erkannten eine als *Orthoceras gregarium*, eine andere als *Cardiola interrupta* — beide charakteristische ober-silurische Petrefacten — begleitet von *Cardium gracile* (Münster), welche Art bekanntlich bei Feugesrolles in den silurischen Gebilden der Normandie vorkommt.

Die Kalksteine der Umgebungen von Grätz am östlichen Ende der Kette enthalten Petrefacten der silurischen oder devonischen Epoche — vielleicht auch von beiden. Gemeinschaftlich mit Verneuil untersuchte ich die Gegend um jene Stadt, zumal den Hügel von Plautsch; es scheint, daß derselbe einen chloritischen, sandigen Kalkstein zur Basis hat, der nach oben in Sandsteine und Kalksteine von dunkelgrauer und röthlicher Farbe übergeht, mit Zwischenlagern chloritischen Schiefers. Den Gipfel bildet ein dunkelgrauer, weißgeaderter Kalkstein, reich an Corallen, unter diesen *Gorgonia infundibuliformis*, *Stromatopora concentrica*, *Cyathophyllum explanatum*, *C. turbinatum*, *C. hexagonum*, *C. caespitosum*, *Astraea porosa* (Goldf.), *Heliopora interstincta* (Bronn), *Favosites polymorpha* (var. *ramosa* der devonischen Gebilde), *Favosites spongites* u. s. w. Da die meisten dieser Polypiferen sich aus dem oberen silurischen in's devonische System ziehen, so dürfte die Bestimmung der Kalksteine von Plautsch noch einige Schwierigkeiten haben. Wir fanden aber auch *Pecten grandaevus* (Goldf.), *Cyathocrinites pinnatus* (Goldf.), *Inoceramus inversus* (Münster), *Orthoceras regularis* und *Goniatites*, ferner eine seltsame große zweischalige Muschel, die nicht allein bei Grätz, sondern auch auf dem Gipfel von Plautsch getroffen wird, und die wir zuerst für einen *Strigocephalus* hielten. Ein besseres Exemplar belehrte uns, daß es ein *Pentamerus*, vielleicht dem *P. Knightii* nahe stehend sei. Bis mehr bezeichnende Petrefacten gefunden seyn werden, bleibt die Bestimmung des paläozoischen Kalksteines von Grätz — ob unter-devonisch oder ober-silurisch, zweifelhaft. Ausgedehntere Untersuchungen in der ganzen

*) Phil. Mag. and Annals of Phil. vol. III., Aug. 1830.

**) Die genaue Stellung, welche die fraglichen Gebilde einnehmen, ist in der von A. Morlot herausgegebenen „geologischen“ Uebersichtskarte der österreichischen Alpen bestimmt.

Gegend — Rosthorn hat bereits manche wichtige Beobachtung gemacht — werden auch noch zur Entdeckung silurischer Petrefacten, gleich denen von Werfen, führen. Die Gegenwart von Producten des Kohlen-Gebirges bei Bleiberg in den Kärthner Alpen ist bereits bekannt*) und so hätten wir denn auf beiden Seiten der Hauptwasserscheide der östlichen Alpen hinreichende Ueberbleibsel paläozoischer Ablagerungen, um uns von dem früheren Vorhandensein beträchtlicher Massen dieses Systemes zu überzeugen. Auch wurden wir belehrt, daß große Strecken jener Gegend, die auf der früher von meinem Gefährten und mir herausgegebenen Karte dunkelroth colorirt sind, als Uebergangs-Gebilde, als ächte paläozoische Gesteine betrachtet werden müssen, die zum Theil eine krystallinische Massen-Beschaffenheit wahrnehmen lassen.

Wenn der Geolog die paläozoischen Gebilde in ihrem Streichen nach W.S.W. verfolgt, so wird ihm der Einfluß des Metamorphismus immer deutlicher werden. Schon im Westen von den Gasteiner Alpen und dem Groß-Glockner zeigen sich die zwischen dem aus Granit oder Gneuß bestehenden Gebirgskern und den anliegenden Wällen von Kalkstein befindlichen Felsmassen als talkige, chloritische oder glimmerige Schiefer, in denen auch keine Spur von Versteinerungen zu entdecken. Als ich im Jahre 1847 einzelne Theile der Mineral-Alpe, östlich und westlich vom Meridian von Innsbruck, mit L. v. Buch und E. v. Verneuil durchwanderte, überraschte mich in hohem Grade der große Wechsel in der Gesteinsfolge, mit jener der nämlichen Gebilde auf der östlichen Seite verglichen. Da eignen sich chloritische und glimmerige Schiefer die Charactere des Gneißes an, ziehen sich bis zu den secundären Kalksteinen, ohne daß ein verbindendes Mittelglied erschiene. Die krystallinischen Schiefer im Finstermünz-Paß werden von glänzenden weißen Dolomit-Adern**) durchzogen, um gleichsam anzudeuten, wie bei dem großartigen Spiel, welches der Metamorphismus hier trieb, dünne untergeordnete Lagen und Adern von Kalkstein zu einem Netzwerk von Dolomit wurden.

Verfolgt man die Wasserscheide der Alpen aus Oesterreich in die Schweiz und von da in die Savoyer Alpen, so eröffnet sich ein immer weiteres Feld für den Metamorphismus. Nicht allein, daß jene Gesteine, die sich in ihrer östlichen Verlängerung als paläozoische zeigen, durch krystallinische ersetzt werden, sondern die Ausdehnung des Metamorphismus ist eine so

*) Verneuil und ich sahen im Jahre 1847 in Wien eine Sammlung von Bleiberger Petrefacten, unter welchen wir acht oder zehn charakteristische Arten des Kohlen-Gebirges erkannten.

**) Diese schönen weißen Dolomite erlangen aber am Tage, unter Einfluß der Atmosphärischen, alsbald eine gelbe Farbe.

mächtige*) und zwar vom Mittelpunkt nach den Seiten, daß zahlreiche der mittleren und selbst der jüngeren secundären Ablagerungen die mannigfachsten Veränderungen erlitten, ja in gewissen Gegenden eine eigenthümlichere krystallinische Beschaffenheit erlangten, als die unter dem Namen Glysck bekannten Schichten, welche ich für tertiäre zu halten bestimmt worden bin.

Noch ist keine Spur einer paläozoischen Versteinerung in den westlichen Alpen entdeckt worden — eine Thatsache, die mich nur in meinen Ansichten bestärkt: daß der Metamorphismus hier eine weit bedeutendere Rolle spielte, wie in den östlichen Alpen. Ich werde auf diesen Gegenstand zurückkommen, wenn von den Savoyer Alpen die Rede ist, wo Belemniten und Kohlenpflanzen gefunden wurden.

Der kurzen Skizze von dem Auftreten der paläozoischen Gebilde in den östlichen Alpen habe ich die Bemerkung beizufügen, daß daselbst noch keine Spur von einem Gliede aus der oberen Abtheilung der großen paläozoischen Reihe nachgewiesen worden. Das in dem nördlichen Europa, und namentlich in Rußland, so ausgedehnte permische System scheint in dem südlichen Europa gänzlich zu fehlen.

Trias - Gruppe.

Die Formation, welche an verschiedenen Punkten unterhalb der großen Masse secundärer Kalksteine in den östlichen Alpen zu Tage geht, und zwischen diesen und den eben geschilderten paläozoischen Gesteinen ihre Stelle einnimmt, wurde schon früher von Sedgwick und mir als Keuper, Muschelfalk und bunter Sandstein bezeichnet**) Freilich hatten wir damals keine anderen Gründe, als daß die Gruppe unterhalb des Lias lag, Steinsalz und Gyps führte, so wie eine zweischalige für Schichten dieses Alters charakteristische Muschel. Neuerdings wurden jedoch in dieser Hinsicht, nament-

*) Ich kann mich hier nicht bei einzelnen Thatsachen verweilen, die für die Ausdehnung des Metamorphismus vom Mittelpunkt nach den Seiten in den Schweizer und Savoyer Alpen spricht. Im letzten Sommer hatte ich das Vergnügen, einen Ausflug mit Studer zu machen, der P. Merian, Favre und mir die seitliche Erstreckung des Phänomens in die den Grindelwald-Gletscher umgebenden Berge erklärt. Es sind dies die sogenannten Keile oder Hörner von Gneiß, welche in den sie umgebenden und bedeckenden Jurakalk eindringen. Dem Anschein nach ist kein früher vorhandenes krystallinisches Gebilde von höherem Alter als der Kalkstein in letzteren getrieben worden, es zeigt sich vielmehr deutlich, daß der seitlich wirkende Metamorphismus den anstehenden Jurakalk veränderte. Vergl. Studer's Mittheilungen im Bull. géol. de Fr. vol. IV, pag. 209.

**) Morlot irrt, wenn er der rothen Zone den Namen „Roth-Liegendes“ beilegt; dieses Glied des permischen Systemes kommt in den Alpen nicht vor.

sich in den Tyroler Alpen, wichtige Entdeckungen gemacht, und es soll hier die Rede sein von der Formation, die ich im Jahre 1827 in den Umgebungen von St. Cassian mit L. v. Buch und Berneuil untersuchte, als ich zugleich die nämlichen Gebilde in der Gegend von Recoaro, nördlich von Vicenza, näher kennen lernte.

Der Trias von Südtirol besteht aus einer Gruppe von Sandsteinen, Mergel- und Kalksteinen — Dolomite treten nur selten auf — die von D.N.D. nach W.S.W. sich erstrecken, zwischen den Uebergangs- und krystallinischen Gesteinen der Central-Alpe (Brunecken, Brixen u. s. w.) im Norden, und den beträchtlichen Massen von Alpenkalkstein (Rias und Zura), die sich im Süden häufig als dolomitische Gebilde von dem Impezzo-Paß nach Bozen ziehen. Der Trias zeigt sich namentlich in dem Gröden-Thal, östlich von der großen Straße von Bozen nach Klausen entwickelt. Die Umgebungen von St. Cassian*), an der Grenze von Deutschland und Tyrol, sind es, welche sich durch einen seltenen Reichthum an Petrefacten auszeichnen, die zuerst von Graf Münster, später von Klipstein beschrieben wurden. Viele derselben erwiesen sich als neue und unbekannte Arten, und das wahre Alter der Ablagerung blieb lange zweifelhaft. Die geistreiche Schrift Emmerich's trug viel dazu bei, diese Zweifel zu beseitigen; er schilderte mit vielem Glück eine Gegend, die durch die lichtvollen Untersuchungen eines L. v. Buch früher schon bekannt worden war, und wies nach, daß der größere Theil der Petrefacten der Trias-Gruppe angehöre. Indeß bedurfte es noch einer Bestätigung seiner Beobachtungen; L. v. Buch, ebenso begierig wie ich, die interessante Gegend aufs neue zu sehen, begab sich, von Berneuil und mir begleitet, dahin. Unsere Wanderung begann von dem Eisach-Thal bei Atzwang, bei den mächtigen Dolomit-Gipfeln der Berge von Schlerns, bei Seiß und seinen Melaphyr-Hügeln vorbei nach Schloß Ruth. Das Plateau, welches hier die Basis der Kalksteine und Mergel bildet, ist ein grün und roth gefleckter, ächter bunter Sandstein, mit untergeordneten Lagen weißen Sandsteines, ein vortreffliches Baumaterial. Zu St. Michael besichtigten wir die Petrefacten, welche Clara, der würdige Geistliche des Ortes, in den Schichten, die den Paslatz-Berg (einen Vorberg der Seißer Alp) zusammensetzen, gesammelt hatte. Wir erkannten unter denselben die so bezeichnende Muschel *Trigonellites pes anseris* (*Myophoria* oder *Trigonia*) nebst Stielgliedern von *Enerinites*, und gewissen Arten von *Avicula*

*) St. Cassian liegt 5000 englische Fuß über der Meeresfläche, am Anfang des Querthales, dessen von Süden nach Norden fließende Wasser in die Rienz, westlich von Brunecken, sich ergießen.

und Posidonia*); wir zweifelten daher nicht im geringsten, daß sie sämtlich aus ächtem Muschelfalk stammten. Da dieselben in einem Kalkstein- und Schiefer-Streifen vorkommen, welcher den rothen Sandstein des Plateau's, auf dem wir standen, bedeckt, so hatten wir gleich zwei Glieder der Trias-Gruppe vor uns. Indes ruht in diesen Thälern der Muschelfalk nicht allein auf buntem Sandstein, er wird auch von rothen Mergel-Schichten, Repräsentanten des Keupers, bedeckt, wie dies am Mittag's-Kogel, am Schlerns, an der Seißer Alp, und bei St. Ulrich im Grödnertal zu sehen, wo außerdem auf die Trias-Glieder noch jurassische Gebilde folgen.

Auf dem Wege von dem Grödnertal nach Colfosco, von St. Christina durch den Paß von St. Maria, wird der Geolog in hohem Grade überrascht durch die phantastischen, thurmartigen Gestalten, welche dem Dolomit am Lang-Kogel und anderen Bergen eigen**). Die mächtigen Klüfte und Spalten, welche den Dolomit durchziehen, dürfen hier nicht mit den wahren Schichtungs-Linien verwechselt werden, welche oft mehr oder weniger horizontal und wellenförmig, für ein ungeübtes Auge schwer zu erkennen sind; sie waren für uns besonders sichtbar durch die Lagen von Schnee, welcher während des Herbststurmes Gipfel und Gehänge um St. Cassian bedeckt hatte. Der Paß von Colfosco verdient noch Beachtung, da er, außer lehrreichen Muschelfalk-Profilen, interessante Verhältnisse des schwarzen Porphyrs (Melaphyrs) wahrnehmen läßt, der an einem Orte, westlich von Colfosco, mit sehr gestörtem, reinem, weißem Dolomit in Berührung tritt. Ich glaube, daß ein Theil dieses Dolomits zum Muschelfalk gehört, da er mit gewissen Trias-Schichten verbunden ist, welche von Emmerich als „Halobien-Sandstein“ bezeichnet werden. Das Thal hinab, von St. Cassian über Stern und das Abtei-Thal, oder gegen Norden hin***), geht die Trias-Gruppe zuerst deutlich zu Tage;

*) Die merkwürdigste der Posidonien wurde von Emmerich als *P. Clarae* — dem Geistlichen zu Ehren — bezeichnet, der *Trigonellites pes anseris* seit Emmerich's Besuch entdeckte. Auch der *Ammonites Johannis Austriae* (v. Hauser) aus den unteren Kalksteinen von Hallstadt wurde in den Tyroser Ablagerungen aufgefunden.

**) Die Piss auf der Südseite des Passes heißen Pissada-Spize, Massons-Spize u. s. w.

***). In seinem Werke „Uebersicht über die geognostischen Verhältnisse Südtirols, 1846“ unterscheidet Emmerich folgende neptunische Ablagerungen jener Gegenden in aufsteigender Ordnung: 1) Rother Sandstein. 2) Posidonien-Kalkstein, welchen er als dieselbe Schichte betrachtet, die bei Recoaro *Trigonia vulgaris*, *Terebratula trigonella*, *Gervilia socialis* und *Enerinites liliformis* führen, also Repräsentanten des wahren Muschelfalkes sind. 3) Hornstein-führender Kalk, eine locale, durch

es ist der dunkelgraue Halobien-Sandstein, der unter den dolomitischen Gebilden von Heiligkreuz hervortritt und sich in einigen Bindungen längs der Gehänge der Schlucht, die nach St. Martin führt, entwickelt zeigt. In dieser Schlucht, zumal unsern Poderova, sind vertikale Muschelfalt-Wälle, rothe Gyps-führende Mergel und Conglomerate, welche mannigfache Biegungen und Krümmungen wahrnehmen lassen. Gegen Norden von St. Martin wird das System von krystallinischen, Glimmer-reichen Schiefen begrenzt, welche die Uebergangs- und metamorphischen Gebilde des mittleren Tyrols vertreten und sich längs des linken Rienz-Flusses hinziehen; auf dem rechten Ufer hingegen, bei Sonnenburg, erblickt man das westliche Ende einer der von L. v. Buch so benannten Granit-Ellipsoiden, deren östliches Ende die pittoreske Isfiger-Spitze bei Meran zusammensetzt. Das Hervortreten und die Nähe dieser gewaltigen Granitmasse erklärt einigermaßen die krystallinische Beschaffenheit der Schiefer zwischen derselben und der Trias-Gruppe.

Fuchs nachgewiesene, Ablagerung. 4) Halobien-Schichten (schwarzer Sandstein und kalkiger Schiefer). Dies Gebilde (welches früher als Grauwacke bezeichnet wurde), ist der Lias Klipstein's, die Wengen-Ablagerung Wismann's und der Doleritz-Sandstein von Fuchs. 5) Die St. Cassian-Schichten, gewöhnlich mit dem Halobien-Sandstein vereinigt. 6) Oberer Kalkstein, mit Corallen und Brachiopoden, in welchen, nach Fuchs, die Petrefacten von St. Cassian bei Sotto di Sasso ungefähr in 8000 Fuß Meereshöhe vorkommen. Auf die aufgezählten Gebilde folgen Jura-Dolomite. Was den Halobien-Sandstein betrifft (so genannt wegen der Häufigkeit des Geschlechtes Halobia), so glaube ich, daß er entweder in Folge einer untermeerischen vulkanischen Thätigkeit, oder aus dem regenerirten Gruß plutonischer Massen hervorging. Es ist offenbar ein locales Gebilde, von welchem bei Recoaro und Schio keine Spuren sind, wo es wahrscheinlich durch andere Sandsteine vertreten wird. Die seltsame Verwirrung der sogenannten Versteinerungen von St. Cassian wird durch den Umstand erklärt, daß solche in von Jura- und Trias-Höhen herabfließenden Bächen gesammelt wurden.

Durch den Geschäftsführer des Heidelberger Mineralien-Comptoirs, J. Lommel, wurden die Versteinerungen in den Umgebungen von St. Cassian mit großer Sorgfalt gesammelt, und werden genau bestimmte Petrefacten-Litren von da zum Preise von 10 fl. abgegeben. Um die Reichhaltigkeit und Mannigfaltigkeit dieser Sammlungen zu beweisen, nennen wir unter anderen: *Ceratites Busiris* (Münst.), *C. irregularis* (id.), *Ammonites nodosus* (Schloth.), *Bellerophon nautilus* (Münst.), *Orthoceras elegans* (id.), *Pleurotoma Blumii* (Wismann), *Monodonta Cassiana* (Münst.), *Monodonta nodosa* (id.), *Pleurotomaria radians* und *coronata* (id.), *Turritella Lomelli* (Wissm.), *Turbo Bronnii* (id.), *Turbo Melania* (Münst.), *Naticella costata* (id.), *N. tricarinata* (Br.), *Melania paludinaris* (Münst.), *Dentalium undulatum* (id.), *Nucula lineata*, *strigilata* und *elliptica* (id.), *Unionites Münsteri* (Wissm.), *Avicula decussata* und *gryphaeata* (Münst.), *Halobia Lomelli* (Wissm.), *Productus Leonhardi* (Münst.), *Terebratula vulgaris* und *sufflata* (id.), *Cidaris Roemeri* (Wissm.), *C. dorsata* (Bronn), *C. alata* (Münst.), *C. trigona* (id.), *C. catenifera* und *baculifera* (Agass.), *C. decorata* (Münst.), *Encrinites liliiformis* (Schloth.), *E. varians* (Münst.), *E. granulosus* (id.) und *Pentacrinites propinquus* (id.). Manchem unserer Leser dürfte eine solche St. Cassianer-Sammlung gewiß erwünscht sein.

Num. des Bearb.

Trias von Recoaro und der Umgegend.

Zwischen der Trias-Zone, welche das Thal von St. Cassian und das Grödnertal einnimmt, und dem südlichen Ende der Tyroler Alpen finden sich andere ellipsoiden krystallinischer Gesteine, deren Emporsteigen die Entlösung mächtiger sedimentärer Ablagerungen zur Folge hatte. Unter ihnen verdient besonders die Cima d'Asti Beachtung mit ihrem Granit-Kern und den ihn umgebenden krystallinischen Formationen im Val Sugana, das ich früher einmal auf flüchtiger Wanderung kennen lernte. Weiter gegen S.S.W. erscheinen andere elliptische Massen in den Thälern von Leogre, Posina und Recoaro, wo das tiefste Gebilde, der Glimmerschiefer, von einer Schichtenreihe bedeckt wird, in welcher besonders der Trias eine Rolle spielt. Mit dem Namen Thal von Recoaro bezeichne ich nicht allein die Thalschlucht, in welcher die Bäder und das Dorf gleichen Namens liegen, sondern jenes ganze wellenförmige Terrain, das Rovergliano, Comunda und beide Seiten des „Valle di Signori“ umfaßt, von wo der Weg von Schio und Roveredo durch den Corneto-Paß führt*). Wer nur über wenig Zeit gebieten kann, möge sich mit Anschauung der Trias-Schichten begnügen, welche ungemein lehrreich an dem Gehänge des Spitzberges bei Recoaro aufgeschlossen sind. Es bietet sich in ansteigender Ordnung eine Reihe von Gebilden vom Glimmer- oder Thonschiefer an, welcher von Trapp-Gängen durchzogen wird, deren mehrere in fast gleicher Richtung mit den Schichten laufen. Einiger Zweifel mag über das auf dem Glimmer-Schiefer (1) ruhende Gebilde (2) walten. Es ist ein weiß und roth gefleckter, glimmeriger Sandstein mit kleinen Blättchen von Kohle und verkohlter vegetabilischer Substanz, weshalb ihn manche Geologen zur Kohlen-Gruppe zählen. Indes enthält er keine Pflanzenreste, welche einen solchen Schluß rechtfertigten, er möchte eher als eine untere Abtheilung des bunten Sandsteines anzusehen sein. Auch ist die ganze Masse — höchstens 40 bis 50 Fuß mächtig — zu unbedeutend,

*) Nachdem ich schon früher den bergigen District zwischen dem Corneto-Paß und Recoaro durchwandert hatte, besuchte ich denselben aufs neue, so wie die umliegende Gegend der Venetianer Alpen, im Verein mit den bedeutendsten Mitgliedern der geologischen Gesellschaft zu Venedig, worunter nicht nur meine früheren Gefährten L. v. Buch und Berneuil, sondern auch Marchese Pareto, de Signo, Major Chartres, Parolini und Pentland waren. Trettenero erklärte uns die geologischen Verhältnisse um Recoaro, Pasini war unser Führer in der Gegend um Schio und in den Sette Comuni, wovon später die Rede seyn soll.

um weitere Untersuchung zu verdienen. Sie geht in kalkige Sandsteine (4), dann in rothe und grüne Mergel (5) über, die ihren fossilen Resten gemäß der Trias-Gruppe angehören. Dann folgen verschiedene Kalkstein-Schichten (6, 7, 8), deren eine sich sehr oolithisch zeigt, wechsellagernd mit rothen Mergeln und sandigen Schichten, und während gewisse zweischalige Muscheln, wie *Myacites*, in den unteren Kalkstein-Platten vorkommen, enthalten die oberen Bänke (9, 10) zahlreiche, wohlerhaltene und charakteristische Muschelnkalk-Petrefacten. Hier entdeckte Professor Brunner den ausgezeichneten *Encriniten*, später von L. v. Buch *Encrinites gracilis* benannt. Auch sammelten wir Fragmente von *E. liliiformis*, *Terebratula vulgaris*, und andere für den unteren Theil der Gruppe bezeichnende Petrefacten. Die Reihe endigt mit Sandsteinen (11) und jurassischen, dolomitischen Kalksteinen (12).

Jura-Kalkstein und Dolomit	12
Sandstein	11
Obere Trias-Kalksteine, reich an Petrefacten	10 9
Kalkstein-Platten	8 7 6
Sandiger Kalkstein	4
Rother Sandstein mit Kohle	3 2
Glimmerschiefer	1

In den tiefen Schluchten nördlich und westlich von Recoaro kann man ähnliche Reihenfolgen von rothem Sandstein, Kalkstein und Mergel sehen. Petrefacten finden sich in seltener Häufigkeit im Muschelnkalk östlich von Rovigliano (Communda-Paß) und bei Civelina, wo ganze Kalkstein-Platten mit *Trigonia*, mit *Terebratula vulgaris*, *Myacites* und anderen bezeichnenden fossilen Resten des Muschelnkalkes bedeckt sind. In einer der tiefsten Versteinerungen führenden Schichten, aus erdigem Kalkstein mit rothen Zwischenlagen bestehend, fand unser Führer den *Spirifer gracilis*.

Die an den genannten Orten so deutlich und vollkommen entwickelten Glieder der Trias-Gruppe machen es in hohem Grade wahrscheinlich, daß noch in anderen Gegenden der östlichen Alpen Aequivalente des Systemes (wenn auch gerade nicht immer Versteinerungen führende) nachzuweisen seien, zumal an solchen Orten, wo rothe Gesteine und Kalksteine unter den großen Massen von Alpenkalkstein (Trias und Jura) hervortreten und auf Uebergangs- oder paläozoischen Gebilden ruhen. Auf der oben erwähnten Karte hatte ich flüchtig eine solche Zone auf der nördlichen und südlichen Seite der Uebergangs-Gebilde angegeben; seitdem wurde ihre Gegenwart durch Morlot auf dessen trefflicher Karte der österreichischen Alpen darge-

than*). Mit der Vermuthung dieses Geologen, die rothen Gesteine seien als Aequivalente des rothen Todt-Liegenden zu betrachten, kann ich nicht übereinstimmen.

Die rothen Sandsteine, bisweilen begleitet von gelblichen Kalksteinen, von Steinsalz und Gyps, welche mein Gefährte und ich in denselben Verhältnissen in dem nördlichen Theil dieser Alpen beobachteten, sind ohne Zweifel gleichen Alters mit den eben beschriebenen im südlichen Tyrol und in den Venetianer Alpen. Ueberdies haben die Untersuchungen der Paläontologen viel zur Beseitigung der Frage beigetragen. Franz von Hauer hat gezeigt, daß ein Theil der Versteinerungen in den Salzburger Alpen identisch sey mit jenen, die im südlichen Tyrol bei Schloß Ruth, bei St. Ulrich und St. Cassian vorkommen. Es ist also das Vorhandensein ächten Muschelfalkes in der nördlichen Zone nachgewiesen worden. Unter den beiden Regionen eigenthümlichen Petrefacten findet sich der *Ammonites Johannis Austriae* (v. Hauer).

Ob wirklich Pflanzenreste, der Trias-Gruppe angehörig, in den centralen Ablagerungen der nordöstlichen Alpen vorkommen, ist mir nicht bekannt. Die Entdeckung solcher an gewissen Stellen unfern Waidhofen und Steyr, entweder in der Mitte des Raumes, der durch secundäre Kalksteine eingenommen wird, oder an deren nördlichem Ende, hat zu einer Classification von Seiten Haidinger's geführt, die ich — mit aller Achtung vor dem berühmten Mineralogen — nicht theilen kann. *Calamites arenaceus*, *Pterophyllum longifolium* u. s. w. (durch Unger in Grätz bestimmt) wurden allerdings in einem Sandstein nachgewiesen, der unter Lias- und Jurakalksteinen des Gebirges einfällt; solche Keuper-Pflanzen finden sich demnach an richtiger Stelle. Da dieser Sandstein gewissen Sandsteinen gleicht, die — von unreinen Kalksteinen begleitet — geographisch betrachtet die äußere Zone des Alpenkalksteines ausmachen, auf welchen der Name Flysch angewendet wurde, dessen Verlängerung der „Wiener Sandstein“ ist, so hat Haidinger ein Gebilde dem anderen gleichgestellt, und das gesammte Flysch-Gebilde als Keuper colorirt**). Es ist gerade diese Gestein-Zone, die — ausgezeichnet durch große longitudinale Sprünge (faults) — unter dem Alpenkalkstein einzufallen scheint, und als jüngste der secundären Formationen der Alpen angesehen wurde — die nämliche Zone, für welche ich des Lesers Aufmerksamkeit in Anspruch nehme, da sie nach meiner Ansicht von weit jüngerem Alter ist. Wenn die in großer Mächtigkeit entwickelten Sandsteine,

*) Vergl. auch die Erläuterungen zur geologischen Uebersichtskarte der nordöstlichen Alpen, von A. v. Morlot.

***) Siehe die geognostische Karte der österreichischen Monarchie.

Kalksteine und Jucoiden-Schiefer, von welchen die Rede, wirklich unter dem Lias — wo keine Schichten-Umstürzung stattgefunden — auftreten, dann müßten auch sicherlich solche Gesteine in den deutlich aufgeschlossenen Profilen an der Basis der secundären Gebilde zu sehen sein, die eine ganz regelmäßige Lagerung zeigen. So verhält es sich auch mit dem oben beschriebenen Trias. Haidinger hat den Versuch gemacht, Gesteine nach ihren petrographischen Aehnlichkeiten zu identificiren, und zertrümmerte, in umgestürzter Lage befindliche, Schichten mit anderen (vielleicht den nämlichen) zu vergleichen, die in normalem Zustand. Weil gewisse an den „Wiener Sandstein“ erinnernde Sandsteine wirklich unter den Alpenkalkstein und Lias einfallen und Keuperpflanzen enthalten, und weil ferner die große Masse der Sandsteine von Wien gleichfalls unter dem nämlichen Kalkstein-Rücken einzufallen scheint, wurden in Betreff der ausgedehnten Ablagerungen Schlüsse gezogen, die mein geehrter Freund Haidinger gewiß aufgeben wird. Denn, wenn alle die zwischen den secundären und tertiären Gebilden auftretenden Wiener Sandsteine Repräsentanten des Keupers wären, alsdann müßte dem „Flysch“ der Schweiz, den Sandsteinen an den Karpathen-Gehängen, dem oberen Macigno der Italiener eine ähnliche Stellung angewiesen werden. Und wenn auch wirklich an den erwähnten Orten ein ähnlicher Keuper-Streifen mit Pflanzenresten zu Tage geht, so ist es physikalisch unmöglich, daß die ganze große fragliche Zone, die, wie gleich gezeigt werden soll, in ansteigender Ordnung das letzte Glied der großen Alpenkette ausmacht, zum Keuper gerechnet werden könne — ein natürliches System, das in den östlichen Alpen so deutlich auftritt und von dessen Petrefacten bis jetzt noch keine in der äußeren Zone des Wiener Sandsteines gefunden wurde, der auf allen früheren Karten die Fortsetzung des schweizerischen und bayerischen Flysch bildet *).

*) Morlot's Karte der nordöstlichen Alpen gibt ganz richtig die Wiener Sandsteine als eine Verlängerung des schweizerischen Flysch an. Morlot hat aber diese seine frühere Ansicht geändert und die von Haidinger angenommen. Vergl. den Aufsatz: Sulla conformazione geologica dell' Istria, Giornale dell' Istria, Nos. 61, 62. 1847; in einer Mittheilung an Haidinger über die dem Wiener Sandstein oder dem Jucoiden-Sandstein zukommende Stellung bemüht er sich darzuthun, daß, wenn man diese Formation von Istrien in das Innere der Alpen bis zum Isarco-Thal hinauf verfolgt, dieselbe zwischen dem unteren Muschelkalk und oberen Alpenkalkstein auftritt und dennoch den Keuper repräsentirt. Siehe Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien, gesammelt und herausgegeben von W. Haidinger, III, S. 334 ff. (1848). Während des Druckes dieser Zeilen kam mir Morlot's neuester Aufsatz zu: „über die geologischen Verhältnisse von Istrien, mit Berücksichtigung Dalmatiens und der angrenzenden Gegenden Croatiens, Unterfrains und des Görzer Kreises“ in den „naturwissenschaftlichen Abhandlungen“,

Was die Ausdehnung des Trias westwärts in's südliche Tyrol betrifft, so kann dessen Gegenwart kaum erkannt werden. Noch fehlt es an sicheren Beweisen, daß das Gebilde in den mittleren Schweizer Alpen oder in Savoyen vorkomme. Nach Analogieen in den östlichen Alpen zu schließen, ist es möglich, daß vielleicht Stellen aufgefunden werden, wo die Einwirkung des Metamorphismus keine so große war, daß der Trias verkannt werden kann. L. v. Buch hegt wenigstens diese Ansicht.

Unterer und oberer Alpenkalkstein.

Liaso-jurassische Gesteine und Orford-Gebilde.

Nach der Einteilung, welche Lill von Lilienbach, Sedgwick und ich vorschlugen, zerfällt der Alpenkalkstein der Salzburger Alpen in zwei Hauptmassen, die durch Schiefer, Sandstein und Kalkstein mit Steinsalz-Lagern getrennt werden. Indem wir, von der Meinung Anderer abweichend, einen Theil der untersten, Versteinerungen-führenden Kalksteine bei Admont als dem Lias angehörige bezeichneten, haben wir wohl keineswegs gefehlt. In neuester Zeit wurden in genauer Bestimmung aller der Glieder der unteren secundären Gesteine — von welchen man einige bereits als Trias-Ablagerungen erkannte — durch die Paläontologen Oesterreichs so gewichtige Fortschritte gemacht, daß ich mich hier nicht in eine ausführliche Betrachtung der geologischen Verhältnisse jener Gegenden einzulassen brauche. Aber, die Alpen als Ganzes genommen, haben wir dennoch hinreichende Beweise, um zu behaupten, daß der Lias und Aequivalente des unteren Dolith mit ziemlicher Mächtigkeit in der unteren Abtheilung des sogenannten Alpenkalksteines entwickelt sind. Die Gegenwart von Petrefacten in den Venetianischen, Tyroler und Mailänder Alpen bestätigt dies. Es gibt Gegenden, wo *Gryphaea incurva* und charakteristische Ammoniten des Lias vorkommen. In der Schweiz und in den westlichen Alpen wurde das Vorhandensein einer entsprechenden Zone schon durch Studer, Elie de Beaumont, Sismonda und andere Geologen nachgewiesen.

Verfolgt man die unteren Jurakalksteine von den östlichen Alpen in die Schweizer und westlichen Alpen, so zeigen sich in deren petrographischen

gesammelt und herausgegeben von Haidinger, II., S. 257. (1848). Morlot gibt in absteigender Ordnung an: 1) Eocene oder nummulitische Gesteine. 2) Kreide 3) Tassello.

Verhältnissen alsbald große Veränderungen. Zuerst erscheinen hellfarbige Kalksteine im Zustande von Dolomiten; im Westen sind sie meist dunkler, oft schwarz. Da aber in Tyrol sämtliche Schichten als gewöhnliche Kalksteine auftreten, und in ihrem Streichen bis zu den Punkten verfolgt werden können, wo sie sich als ächte Dolomite finden, so scheint mir hier die allgemeine Ansicht L. v. Buch's in hohem Grade bestätigt: daß die Dolomite der Alpen in Folge einer Modifikation, eines Metamorphismus der Schichten entstanden. Welches aber auch die unmittelbaren Ursachen dieses großen Metamorphismus waren — heiße Dämpfe oder Gase, die während einer der Revolutionen im Schooße der Alpen wirkten, oder andere Agentien — unzweifelhaft ist es, daß diese Ursache nicht allein in senkrechter und schiefer Richtung, sondern auch in wagerechter auf große Strecken hin gewirkt hat, die höheren Schichten verändernd und die darunter befindlichen verhältnißmäßig unverändert lassend. Wären die krystallinischen Dolomite der östlichen Alpen ein ursprüngliches, normales Erzeugniß gleich dem Dolomit Englands, wie manche Geologen glauben, wir würden dann nicht die unregelmäßige — ich möchte sagen launische Vertheilung des Dolomites sehen, der bald da, bald dort, mit den verschiedensten Gesteinen unter den mannigfaltigsten Verhältnissen erscheint.

Während große Massen von Dolomit hauptsächlich den östlichen Alpen eigen sind, und namentlich im südlichen Tyrol Porphyre und andere Feuer-Gebilde gangförmig in denselben auftreten, werden sie in den westlichen Alpen durch mächtige Gyps-Ablagerungen ersetzt. Wie bei dem aus Kalkstein hervorgegangenen Dolomit, wo man in den veränderten Massen oft noch Schichtungs-Klüfte und organische Reste erkennt, so bleibt es nicht zweifelhaft, daß die beträchtlichen Gyps-Lager ursprünglich kohlen-saurer Kalk waren, der in schwefelsauren verwandelt wurde. Die höchsten Punkte auf dem Weg über den Mont Genis, die tiefsten Schluchten der Tarentaise oder Maurienne, die Allée Blanche, das Thal von Cormayeur, die Umgebungen vom Mont Blanc — sie alle lassen das nämliche Phänomen wahrnehmen: daß mächtige Kalkstein-Bänke und oft auf große Strecken hin, in Gyps umgewandelt wurden. Denn, Schichtung und selbst die Farbe der ursprünglichen Massen bleiben so deutlich zurück, die dick- und dünngeschichteten Lagen weißer, brauner und grauer Kalksteine sind so wohl erhalten, daß ich oft auf Gesteinen hinwanderte, in der Ueberzeugung, es sei eine Fortsetzung der angrenzenden Kalkstein-Ablagerung, bis mein Hammer mich enttäuschte. Es ist diese Ansicht keineswegs die meinige; sie gehört dem verstorbenen Bakewell an, der, als er sich im Jahre 1820 in den Bädern von Brides in der Tarentaise aufhielt, zu derselben gelangte: daß die mächtig entwickelten Kalksteine in Savoyen den obersten

Sekundär-Gebilden angehören, und daß Gypse und Anhydrite daselbst als untergeordnete Glieder zu betrachten seien. Auch gebührt ihm das Verdienst der Beobachtung, daß diese sekundären Gebilde vereint mit Talk- und Glimmer-Schiefen auftreten und nicht ohne Einwirkung der Hitze und des Aufsteigens der granitischen Massen geblieben seien. *)

Es ist hier nicht der Ort, auf die Frage einzugehen, ob die Massen geschichteten Gypses, die manchmal ganze Berge zusammensetzen, gleichzeitig mit dem Kalk abgelagert wurden. Wenn die beträchtlichen Bänke von Gyps nicht das Werk des Metamorphismus sind, so möchte ich diejenigen, welche der entgegengesetzten Ansicht huldigen, fragen, wie es möglich sei, daß das nämliche Meer, zu derselben Zeit, auf weite Strecken hin kohlensauren Kalk absetzte, und daß dann auf einmal allenthalben schwefelsaurer Kalk darauf folgte. Auf der andern Seite scheint es so naturgemäß, daß in einer Gegend, wo plutonische Mächte ein so bedeutendes Spiel trieben, aufsteigende Gase und Dämpfe den kohlensauren Kalk in schwefelsauren verwandelten, während in anderen Gegenden die Kalksteine unverändert blieben.

Glücklicher Weise zeigt uns die Natur in den Savoyer Alpen selbst den Weg, auf welchem der Proceß vor sich gegangen. Die wohlbekannten warmen Quellen von Aix, die aus einer großen Spalte entspringen und eine nicht geringe Menge Schwefels enthalten, verändern deutlich den gewöhnlichen Jurakalkstein in schwefelsauren Kalk, wo nur die mit schwefeliger Säure beladenen Dämpfe auf das Gestein einwirken können. **) Wir dürfen daher nur annehmen, daß als eine der großen Veränderungen, welche die Alpen betrafen, statt fand, die reichliche Entwicklung heißer Quellen und

*) Bakewell's Travels in the Tarentaise, vol. I, pag. 276, 289 — 311. Charpentier hat nachgewiesen, daß fast aller Gyps der Alpen aus Anhydrit hervorgegangen sei und Bakewell entdeckte Kalkstein-Schichten inmitten des Gypses.

**) Joseph Bonjean hat die Mineralwasser von Aix (Annales des Mines, vol. XVI, 3. sér., pag. 229) genauen Analysen unterworfen und lehrreiche Bemerkungen über die durch die Dämpfe bewirkten Veränderungen mitgetheilt. Er sagt unter Anderem: „welches auch die Natur der, dem Einfluß der Dämpfe (Schwefelwasserstoff-Gas) ausgesetzten Körper sei — sie werden alsbald geröthet und in mehr oder weniger kurzer Zeit zerstört. Eben so verwandeln sich die Kalksteine, aus welchen Mauern gebaut werden, an ihrer Oberfläche in Gyps“ (pag. 342). Der unterrichtete Arzt in den Bädern, Despine, zeigte mir Wirkungen des Processes; er gab mir Handstücke, an welchen der Kalkstein einige Zoll weit umgewandelt ist. Das Phänomen der Veränderung von kohlensaurem Kalk in schwefelsauren hat Mousson in Zürich in einer werthvollen Schrift über die Gegend von Aix und Chambery geschildert. Auch hat derselbe das Auftreten warmer Wasser längs der Dislocations-Linien in seinem Werke über Baden in der Schweiz ausführlich zur Sprache gebracht.

Dämpfe, die in bedeutenderem Maßstabe und mit stärkerer Intensität wirkten, die entsprechenden Veränderungen zu schwefelsaurem Kalk — selbst durch ganze Bergmassen — hervorriefen, und gelegentlich einzelne Parteen von Schwefel in dem Gyps der Alpen vertheilten. Die Umwandlung des gewöhnlichen Kalksteines in Gyps ist in den Alpen meist noch von anderen Erscheinungen begleitet. Die in der Nähe tiefer Spalten oder Risse — in manchen derselben gibt es jetzt noch heiße Quellen, wie bei Moutiers — befindlichen Kalksteine sind häufig im Zustande zelligen, harten Tuffes, oft kieselig und führen in Savoyen den Namen „Cargneule.“ Wer solche Gesteine sieht, dem drängt sich auch unwillkürlich der Gedanke, daß sie ein Werk der Hitze und Dämpfe seien, auf.

Obgleich ich hier den Metamorphismus des Kalksteines zur Sprache brachte, während ich vom Lias und unteren Dolith reden wollte, kann ich keineswegs sagen, ob sich die nämliche Umwandlung in den westlichen Alpen auch auf jüngere und ältere Schichten erstreckt, gerade wie in den Alpen Kalksteine verschiedenen Alters in Dolomit umgewandelt wurden. Jedenfalls gehören aber beträchtliche Massen von Gyps dem fraglichen Alter an, um so mehr, als gewisse Belemniten, Ammoniten und andere charakteristische Lias-Petrefacten, worunter *Gryphaea gigantea*, in den Schichten um Ber durch Lard y aufgefunden wurden. Wo nur manche Ammoniten, wie z. B. *Ammonites Walcottii*, oder Belemniten, oder *Gryphaea incurva*, *Plagiostoma gigantea*, u. s. w. in Schichten vorkommen, welche die untere Zone des Alpenkalksteins ausmachen, wird Niemand in Abrede stellen, daß dieß der Horizont des Lias ist, welche auch seine mineralogischen Charaktere, Farbe oder Struktur sein mögen.

In einigen Gegenden hat man in dem Kalkstein Saurier-Neste entdeckt, wie bei Admont in den österreichischen Alpen, und bei Berledo unfern Laico im Mailändischen; indeß sind die kleinen und seltsamen Formen von dem letztgenannten Orte nicht hinreichend, um das Alter der Ablagerung bestimmen zu können. *) Es ist mir unbekannt, ob Fisch-Neste der Lias-Gruppe in den Alpen nachgewiesen wurden. Heckl von Wien, der sich besonders mit Untersuchung fossiler Fische beschäftigt, zeigte mir einen kleinen Fisch von Berledo bei Laico (wo auch die Saurier-Neste sich finden), wonach es nicht unwahrscheinlich, daß die dortigen Gebilde von einem noch höheren Alter sind. Er legte mir ferner fossile Fische aus den bituminösen Schieferen, die mit den Kalksteinen zwischen Adelsberg und Birkniß in Illyrien auftreten, vor; sie gehören fast sämmtlich den

*) Vgl. Giuliano Curioni, *Giornale dell' Istituto Lombardo delle Scienze*, tom. XVI, pag. 170.

Geschlechtern *Lepidotus* und *Palaeoniscus* an und gleichen sehr den Fischen, die ich einst bei Seefeld im nördlichen Tyrol sammelte; *) die dortigen Gebilde werden, den jetzigen Ansichten über die Schichten-Folge gemäß, als Lias und unterer Dolith betrachtet. In Myrien finden sich die oben erwähnten Fische mit einer Art des Geschlechtes *Thyrssops*, welches bis jetzt nicht bei Seefeld, wohl aber bei Solenhofen entdeckt wurde. Demnach spricht die Gegenwart dieser Fische für das Vorkommen von Jura-Gebilden in jener Gegend. Ueber den Lias und Jurakalk in Savoyen ist nur noch anzuführen, daß *Sismonda*, gestützt auf die Untersuchungen von *Elie de Beaumont*, eine hinreichende Anzahl von Petrefacten sammelte, welche die Lias- und Jura-Schichten, so wie die Oxford-Gruppe charakterisiren und in den Museen von Turin und Chambéry zu sehen sind.

Belemniten und Kohlen-Pflanzen führende Gesteine in den Savoyer Alpen.

Wir wollen uns nun einem andern, in neuerer Zeit so vielfach besprochenen Gegenstand zuwenden — dem Vorkommen von Pflanzen des Kohlen-Gebirges zugleich mit Belemniten. **) *Elie de Beaumont* und *Sismonda* behaupten, daß diese Pflanzen-Neste, die ohne Zweifel der Kohlen-Gruppe angehören, von Belemniten begleitet werden, namentlich bei *Petit Coeur* in der Tarentaise, und daß noch an vielen andern Orten in Savoyen Zonen erscheinen, die ähnliche Pflanzen führen und in Wahrheit Fortsetzungen der Lias- und Jura-Gebilde sind, in denen die wohlbekannten thierischen Ueberbleibsel jener Epoche vorwalten. Es hat eine solche Ansicht viele Gegner gefunden, und die Geologen waren eher geneigt, ein so ungewöhnliches Beisammenseyn von Petrefacten durch Umstürzungen oder andere derartige Phänomene zu erklären. Ehe ich die Savoyer Alpen besuchte, dachte ich eben so; denn die sehrreichen Profile von *Javre* in Genf, der eine Krümmung der Schichten und eine Zertrümmerung von deren Enden nachwies, die Folgerungen, zu denen andere Geologen gelangten: daß eine ächte Vertretung des Kohlen-Gebirges in den Savoyer Alpen zu sehen sei, von welchem die Pflanzen zu *Petit Coeur*

*) Vergl. *Phil. Mag. and Ann. of Philosophy*, 1829, vol. VI, pag. 36. Damals, lange bevor *Agassiz* austrat, glaubte ich die Fische zu denen der Mansfelder Schiefer rechnen zu müssen. Sie sind aber zur Lias-Jura-Gruppe zu zählen.

**) *Bunbury* hat kürzlich sämtliche Pflanzen-Arten jener Gegenden in Turin bestimmt und als charakteristische Arten der Kohlen-Gruppe erkannt; der frühere Ausdruck *Ad. Brongniart's* ist somit bestätigt.

einen Beweis gäben, hatten mich im Voraus bestimmt, dieser Ansicht zu huldigen. Nach einer genaueren Untersuchung der Umgebungen von Petit Coeur mußte ich mich der Meinung von Beaumont und Sismonda zuwenden, und zwar aus folgenden Gründen.

Auf meinen Wanderungen in den Savoyer Alpen, sei es in der Maurienne oder Tarentaise, oder in der Nähe des Montblanc, fiel es mir alsbald auf, daß allenthalben unter einer und derselben Zone (die ihren Versteinerungen und den Beziehungen zu den über ihr liegenden Juraschichten gemäß, als Lias = Gebilde leicht zu erkennen war) nirgends — gewisse Conglomerate und Sandsteine ausgenommen, die manchmal in Begleitung des Lias erscheinen — Gesteine zu erblicken waren, die für Repräsentanten der vom Trias einschließlich an folgenden Gruppen hätten gelten können. Da waren überall nur metamorphosirte oder krystallinische Felsmassen unterhalb des Lias zu sehen. Es fehlte also zwischen den unteren, krystallinischen Gesteinen und den Schichten mit Belemniten — die sich bisweilen selbst verändert zeigten — an einem passenden Vertreter für das Kohlen-Gebirge; war ein solcher früher vorhanden, so hatten ihn ohne Zweifel gleichfalls die mächtigen Veränderungen betroffen, welche die ganze Gegend erlitt. Ueberdies drängte sich zu wiederholten Malen die Frage mir auf: wenn diese Schiefer-Gebilde, in denen so wohl erhaltene, ausgezeichnete Kohlen-Pflanzen vorkommen, wirklich Glieder der Steinkohlen-Formation sind, warum hat man in den westlichen Alpen auch noch nicht eine Spur eines paläozoischen Thieres entdeckt, während in den östlichen Alpen, wie schon bemerkt, Thier-Neste aus dem Trias, aus dem Kohlen-Gebirge, aus dem devonischen und silurischen System gefunden wurden? Die Umgebungen von Petit Coeur mögen uns hier belehren. Ein Blick auf die Karte von Savoyen zeigt, daß die Isère, welche bisher von Moutiers an in einem tiefen Thale, quer durch die Berge der Tarentaise, oder von Süd-West nach Nord-Ost floß, sich plötzlich südwestlich, nach Montmelian oder Grenoble wendet. Der letzte Theil ihres Laufes wird durch Jurakalk-Berge bestimmt, die alle gleiche Richtung haben, und die äußere Zone der Alpen bildend, aus Aequivalenten der Oxford- und oberen Dolith-Schichten bestehen, bedeckt von Gliedern der Kreide-Gruppe, deren später gedacht werden soll. Steigt man das Querthal der Isère von Albertville nach Moutiers hin, hat man die äußere Kalk-Zone verlassen und die entgegengesetzte Seite des Thales betreten, so sieht man sich gänzlich umgeben von talkigen, krystallinischen Schiefen, die zum Theil sehr quarzig sind, zum Theil an Gneiß erinnern. Ich will hier keineswegs alle die mannigfaltigen Gesteine beschreiben, aber es ist bemerkenswerth, daß in dem tiefen Querthale die Schichten der talkigen, glimmerigen, quarzigen oder

feldspathigen Gesteine gleichsam eine Ellipsoide von Granit oder granitischem, bisweilen porphyrtartigem Gneiß zu umwickeln scheinen. *) So weit man das Fallen beurtheilen kann, liegen die krystallinischen Massen zwischen Albertville und der Granit-Zone vertikal, während sie nach Süd-Ost oder höher hinauf sich abwärts vom Granit neigen. Jedenfalls zeigt sich, sobald das Thal sich erweitert, bei Petit Coeur, einem Dorfe auf dem rechten Flußufer, das Fallen der krystallinischen Massen deutlich südöstlich. Ein grobkörniges quarziges Conglomerat liegt zwischen den Schieferen und theilt deren Einfallen. Weiter oben, nördlich von Petit Coeur, fließt ein Bergbach von Nord-Ost nach Süd-West herab, und bewässert die hochgeneigten Wände der talkigen Schiefer, er bildet sogar eine Schlucht in ihnen, und östlich von derselben werden die nämlichen Schichten von andern bedeckt (und gehen allmählig in sie über), die Belemniten und Pflanzen-Neste führen, Alles in gleichförmiger Lagerung, unter Winkeln von 70° bis 75° einfallend. Die obere Abtheilung der unteren oder krystallinischen Schichten besteht aus hellfarbigem Talkschiefer, dessen sich die Landleute dort zum Bedecken ihrer Hütten bedienen. Die Steinbrecher nennen ihn „ardoise blanche;“ er bildet das Tiefste des Steinbruches. Alsdann folgt, in gleicher Lage, eine Schichte plattenförmigen Kalksteins von dunkler Indigo-Farbe, ardoise noire genannt; in diesem finden sich die Belemniten. Ich konnte an den Gebilden keinen schieferigen Durchgang wahrnehmen; die talkigen Schiefer und die dunkeln oder plattenförmigen Kalksteine streichen nach Nord-Nord-Ost, und fallen unter 70° bis 75° nach Ost-Süd-Ost. Sie stehen in Verbindung mit gewissen Lagen eines harten, oft grobkörnigen Sandsteines, mit welchem die Kalk-Platten gegen ihre Basis wechsellagern. In dem unteren Steinbruch (man hat verschiedene Oeffnungen in der Streichungs-Linie gemacht, um die dunkeln plattenförmigen Kalksteine zu erhalten) ruht ein anderer Streifen talkigen Schiefers auf den Belemniten-führenden Schichten, und zwar eben so gleichförmig, wie diese auf den untern Talkschiefen liegen. In der obersten der drei Bänke kommt Anthracit vor, dessen Gewinnung die Entdeckung zahlreicher Pflanzen veranlaßte. Es zeigen sich letztere hauptsächlich an der Basis des anthracitischen Schiefers, nur wenige Fuße von den Belemniten-führenden Platten entfernt; sie erlangen ein seltsames, aber schönes Aussehen durch den zarten, weißen Talk-Anflug, womit sie bekleidet sind. Außerdem wird Eisenkies in Krystallen und derben Parthieen in der ganzen Ablagerung getroffen.

*) Eine ausführliche und klare Schilderung der Verhältnisse hat Abbé (jetzt Domherr) Chamousset auf der Geologen-Versammlung zu Chambery im Jahre 1841 gegeben. Vergl. auch Virlet's Bemerkung über den porphyrtartigen Granit von La Batie (Bull. de la Soc. Géol. de Fr. vol. V. pag. 166.)

Der kohlige, Pflanzen=führende Schiefer wird von Bänken eines harten grauen Sandsteins bedeckt, der durch Verwitterung Rostfarbe erlangt, und mehrere Male mit dunkelfarbigen Schiefeln wechsellagert. Dieser Sandstein ist auf keine Weise von jenem zu unterscheiden, welcher unterhalb der Kalkstein-Platten mit Belemniten liegt — mit andern Worten: die Belemniten- und Pflanzen=führenden Schichten bilden Theile derselben Ablagerung; die obersten und untersten Schichten sind von ähnlicher Zusammensetzung, Talk-schiefer und Sandstein wiederholen sich. Ich kann mir nicht denken, wie ein Geolog dieses Profil betrachten mag, ohne in ihm eine natürliche Gruppe von geringer Mächtigkeit zu sehen. Bei weiterem Verfolgen derselben überzeugte ich mich, daß die Belemniten=führenden Platten (die Belemniten finden sich namentlich in den oberen Steinbrüchen ungemein häufig) genau die nämlichen Beziehungen zu den darüber und darunter liegenden Sandsteinen zeigen, und wie die ganze Masse in den unteren Steinbrüchen gleichförmig auf dem weißen Talkschiefer ruht. Diese Profile haben demnach nichts Zweifelhafte, auch kann man das Streichen der Schichten auf eine Meile weit verfolgen. Keine Spur von Umbiegung, von Windungen ist bemerkbar, und da sich die Belemniten nur einen Fuß von der Pflanzen=führenden Schichte finden, so scheint es, was wir auch zur Erklärung der Phänomene sagen mögen, daß die physischen Thatfachen klar und deutlich sind.

Es ist wahr, daß gegen den Hügel hinauf, der Anthracit an Mächtigkeit von vier Fuß bis zu wenigen Zollen abnimmt, während die schwarzen Belemniten-Schichten in den oberen Steinbrüchen mehr ausgedehnt sind, als in den unteren. Wir gedenken dieser geringfügigen Verhältnisse auch nur um keinen Umstand unerwähnt zu lassen. Die ganze Gruppe wird von den nämlichen Klüften durchzogen; die kalkigen Parthieen eignen sich nicht selten eine plattenförmige Structur an, mit eigenthümlichen wellenförmigen Flächen in den oberen Steinbrüchen. Oberhalb Petit Coeur kann man noch auf eine gute Strecke hin das Fallen nach Süd-Süd-Ost wahrnehmen; in der Parallele von Moutiers wird die Reihenfolge durch eine der, in den Alpen so häufigen, quer hinziehenden Verwerfungen gestört. Heiße Quellen entspringen daselbst.

Nach Elie de Beaumont und Sismonda gehören die Belemniten=führenden Gesteine und die plattenförmigen Gebilde von Petit Coeur einer angrenzenden Ablagerung des Jura-Gebirges an, in welcher viele Ammoniten und andere Versteinerungen vorkommen. Dieselben finden sich in Schichten dunklen Schiefers; sie erscheinen da, wo sich jene Gebilde durch das Isère-Thal erstrecken, und im Engpaß, welcher die Gebirge der Tarentaise und Maurienne von einander trennt. Es ist nicht unmöglich, daß die nämlichen Schichten sich einige Male wiederholen in Folge von Brüchen oder Windungen,

denn ich überzeugte mich, daß die ganze, zwischen St. Michel und St. Jean de Maurienne entblößte Schichten-Reihe, d. h. der dunkle Schiefer und Schichten mit kohligter Substanz, welche unterhalb der jurassischen Gebilde ihre Stelle einnehmen, die Reihenfolge vertritt, wie zwischen Petit Coeur und Moutiers in der Tarentaise zu sehen ist. Die Ammoniten und andere Petrefacten wurden auf den steilen Gehängen des Col de la Madeleine, oder an einem andern Orte im Süd-Süd-West von Nigues blanches, durch Ansenet gesammelt. Es dürften meist die nämlichen Arten sein, welche von Sismonda in der Gegend von Encombres aufgefunden wurden, nämlich *Ammonites fimbriatus* (Sow.), *A. planicostatus* (Sow.), *Avicula inaequalvis* (Sow.), *A. costata* (Sow.) *Terebratula inaequalvis* (Sow.), *T. variabilis* u. s. w., namentlich zahlreiche Belemniten. *)

Wenn die Pflanzen und Belemniten von Petit Coeur wirklich in einer und denselben Ablagerungen vorkommen, wie wohl aus obigen Bemerkungen hervorgeht, so ist die Anomalie allerdings eine sehr große und wir sehen uns in bedeutender Verlegenheit. Gibt es keinen Ausweg, und lassen sich die Verhältnisse vielleicht nicht gemäß den, über die Vertheilung fossiler Pflanzen obwaltenden Gesetzen erklären? Ohne in eine Theorie einzugehen, will ich nur anführen, daß die Gegenwart gewisser Pflanzen-Reste keineswegs so entscheidend für das Alter einer Ablagerung ist, als jene thierische Ueberbleibsel. Der *Calamites arenaceus*, nach Brongniart dem alten Kohlen-Gebirge angehörig, findet sich in dem permischen System, ferner im bunten Sandstein und Keuper, oder durch das ganze Trias-System, in welchem bis jetzt noch kein paläozoisches Thier nachgewiesen wurde. *Equisetum columnare*, häufig in den, zum Dolith gehörigen, Kohlen-Gebilden von Brora, und noch häufiger in dem Kelloway-Gestein an der Küste von Dorsetshire, ist eine der gemeinten Triaspflanzen in Deutschland. Und dennoch sind im Allgemeinen Flora und Fauna des mittleren Dolith und des Trias einander ganz unähnlich, wirft man auf der andern Seite einen Blick auf das Gewicht, welches der Gegenwart der Belemniten beigelegt wird. Bis jetzt wurde noch an keinem Ort in der Welt ein Belemnit unterhalb des Trias aufgefunden. Der Trias, der in Savoyen gar nicht vorkommt, aber in den östlichen und Tyroler-Alpen so sehr entwickelt ist, hat keine Spur eines Belemniten, so wenig wie in anderen Gegenden auf-

*) Ein ausführliches Verzeichniß dieser Versteinerungen, von dem genannten Orte und von andern Punkten in Piemont, worunter bekannte Arten Sowerby's, Buch's, Schlotheim's, Agassiz's u. s. w. hat Sismonda in dem Bull. de la soc. géol. de France, n. ser. vol. V. pag. 419 gegeben.

zuweisen. Von Belemniten in der Kohlen-Gruppe wird wohl noch Niemand gehört haben.

Ich habe die obige Schilderung der Profile um Petit Coeur gegeben und auf diese Weise uns nur noch mehr in Verlegenheit gebracht. Könnte sich ein umgekehrtes Fallen nachweisen lassen, so könnte man die höhere Lage der Kohlen-Pflanzen-führenden Bänke durch Umstürzung der Schichten erklären, wie es auf der Nordseite des Mont Blanc zu sehen; statt dessen fallen aber hier die Belemniten-Schichten unter krystallinischen Schiefer ein, während sie bei Petit Coeur dieselben bedecken und zwischen ihnen auftreten. Es war mir nicht möglich zu ergründen, ob die krystallinischen Schiefer an der Erde ursprünglich jünger waren, als die Belemniten-führenden Schichten, und durch Einfluß der oben erwähnten Granit-Ellipsoide metamorphosirt wurden; wenn dieß der Fall und die Versteinerungen-enthaltenden Schichten wären umgekehrt worden, alsdann müßten sich auch ältere Gebilde, als jene mit den Pflanzen-Resten, über denselben finden, was sich jedoch nicht so verhält — die nämlichen Gesteine des Lias und Jura zeigen sich in beträchtlicher Mächtigkeit auf der Linie des Einsinkens entwickelt.

Den Geologen, welche die Umgebungen des Mont Blanc besuchten, ist sicherlich die zuerst von de la Beche nachgewiesene Thatsache bekannt, daß Kohlen-Pflanzen in den Conglomeraten von Valorsine vorkommen: überdieß zeigen die neueren, lehrreichen Profile von Favre, daß dieser Streifen dort (Col de Balme) die gleichförmige Unterlage der Lias- und Jura-Gebilde — sie seien verändert oder nicht — in der von Störungen so heimgesuchten Gegend ausmacht. *)

Ich bescheide mich, daß wir, bei unserem gegenwärtigen Wissen, dem Ziele nicht näher gerückt sind. Wem die Gegend fremd ist, mag vielleicht die Theorie aufstellen, daß die anthracitische Zone von Petit Coeur ein isolirter Streifen war, zwischen Schluchten der älteren und krystallinischen Gesteine; aber eine solche Hypothese dürfte hier nicht anwendbar sein. Da die krystallinischen Gesteine an der Erde von höherem Alter, so sehen wir die Belemniten-Schichten zwischen denselben und den Pflanzen-führenden Bänken; waren es metamorphosirte Jura- und Lias-Gebilde, dann bliebe es höchst unwahrscheinlich, wie die wenige Fuß mächtigen Kohlen-Gesteine so gleichförmige Lagerung zwischen den jüngeren Gebilden zeigten. Es ist eine gewagte Annahme — daß anstatt des vertikalen abgestumpften Kegels, durch welchen Favre**) die Anomalie erklären wollte — die älteren Kohlen-

*) Bull. de la soc. géol. de France. V. pag. 263.

**) Remarques sur les Anthracites des Alpes, par Alphonse Favre. Mém. de la soc. phys. et hist. nat. de Genève, tom. IX.

Gebilde seien in eine umgestürzte antiklinale Lage gebracht worden, nur wenige Fuß am Gipfel freilassend, daß die jurassischen und Lias-Gebilde sich gleichförmig um diesen Punkt anlagerten und später verändert und bloßgelegt wurden. Verhält es sich wirklich so, dann haben wir es mit dem täuschendsten Profile zu thun, das ich jemals sah. Indes kann ich, bis sich andere sichere Beweise bieten, nur wiederholt erklären, daß ich die Ansicht von Elie de Beaumont theile.*)

Oberer Alpenkalkstein.

Ich erinnere Englands Geologen daran, daß der Parallelismus mit ihren oolithischen Ablagerungen, den P. Merian und andere Geologen im Jura-Gebirge nachwiesen, trotz des Mangels der petrographischen Charaktere und der Seltenheit der Versteinerungen durch Sismonda in den französischen und Savoyer Alpen, durch B. Stüder und Escher in den Schweizer Alpen dargethan wurde. Indes konnte, ungeachtet der früheren Mittheilungen von Pasini und Catullo kein sicheres Aequivalent der Orford-Gruppe, wie es in den Savoyer und Schweizer-Alpen der Fall, in den südlichen Alpen aufgefunden werden, bis L. v. Buch den Geologen Italiens auf der Versammlung zu Mailand bewies, daß ihr „Ammonitico rosso“ das Orford-Gebilde vertrete.**) Zigno hat seitdem diese Ansicht auch in den venetianischen anzuwenden gesucht. Auf einer gemeinschaftlichen Wanderung in den Bergen von Sette Comuni überzeugten wir uns, meine Freunde und ich, daß die auf die Petrefacten gestützte Trennung, welche der genannte Geolog zwischen dem rothen Ammoniten-Kalkstein von den unteren jurassischen Gebilden einerseits, und von den darüber befindlichen Neocomien- und Kreide-Schichten, vorgeschlagen, eine richtige sei. Als wir von Pedescala in dem Astico-Thale nach dem Plateau von Sette Comuni hinanstiegen, kamen wir zuerst an großen dolomitischen Massen vorbei, die wahrscheinlich den Lias und unteren Dolith vertreten; darauf folgten Bänke eines erdigen, gelblichen Kalksteines und alsdann graue Kalkstein-Schichten mit Turritella und endlich ein Kalkstein von dunkler rother Farbe, der wegen der zahlreichen in ihm vorkommenden Ammoniten den Namen „Ammonitico rosso“ erhalten. Letzterer wird von weißem Neocomien-Kalkstein bedeckt. Das hohe Plateau von Sette Comuni von Castel-

*) Der werthvolle Aufsatz von Scipio Gras über das Auftreten von Kohlen-Gebilden an der Zfere, und deren Uebergang in darunter liegende krystallinische Massen, so wie über deren deutliche Trennung von den auf ihnen ruhenden Lias-Gebilden, wurde bei Erörterung obiger Fragen nicht unbeachtet gelassen.

**) Bull. de la soc. géol. de France, vol. I. pag. 132.

Bello über Nozzo und Roana *) durchstreifend, sahen wir viele lehrreiche Profile, von dem grauen, erdigen Kalkstein (in ansteigender Ordnung) mit sandigen Schichten, in den rothen Ammoniten-Kalkstein übergehend, dann in den weißen Neocomien, der sich hier schön weiß zeigt, der Kreide ähnlich, und gleich dieser, Feuerstein führt. Ohne bei Einzelheiten zu verweilen, will ich einfach die Gesteins-Reihe aufzählen, wie ich mich bei mehreren Profilen überzeugte. Die mehr oder weniger geneigten Schichten liegen stets gleichförmig auf einander. Es folgen in ansteigender Ordnung:

1) Dolomitische Gesteine, von großer Mächtigkeit, wahrscheinlich den Lias vertretend. 2) Dichte Mergel. 3) Dolith-Bänke, wechsellagernd mit gelbem, mergeligem Kalkstein, Petrefacten enthaltend, wie *Diceras*, *Gryphaea*, u. s. w. 4) Dünngeschichteter Kalkstein, mit *Nerinea* und einschaligen Muscheln. 5) Dünngeschichteter, dunkelgrauer, sandiger Kalkstein, mit *Neuropteris* und andern Pflanzen. 6) „*Lumachello grigio*,“ graugesfleckter Kalkstein, mit Mergel, gelbe Mergel-Lagen und grauer *Lumachello*, mit großen *Bivalven*. 7) „*Ammonitico rosso*.“ Es bildet diese Felsart stets die höchste aller jurassischen Schichten in der Gegend, und vertritt deutlich die Oxford-Formation. Obwohl selten mehr denn fünfzig bis sechzig Fuß mächtig, ist es eine höchst charakteristische Ablagerung und ergiebige Fundstätte von Petrefacten; unter andern kommen vor: *Ammonites athleta* (*Phill.*), *Ammonites anceps* (*Reinecke*), *A. Horneri* (*d'Orb.*), *A. Taticus* (*Pusch*), *A. viator* (*d'Orb.*), *Terebratula diphya*, *T. triangulata*. 8) „*Biancone*“ oder Neocomien mit *Crioceras Duvalli* (*Leym.*), *Belemnites latus* (*Blainv.*), *Ammonites asterianus*, *A. incertus*, *A. semistriatus* (*d'Orb.*); außerdem finden sich einige Petrefacten in den obersten Schichten, die den Gault charakterisiren, wie *A. Royerianus* (*d'Orb.*). Im Ganzen enthält diese Gruppe fünfzehn Ammoniten-Arten, fünf oder sechs Arten von *Crioceras* mit *Ancyloceras*, zwei *Aptychus*, u. s. w. 9) Untere „*Scaglia*“ von grauer Farbe, mit *Fucoiden* = untere Kreide. 10) Obere „*Scaglia*“ von rother und weißer Farbe = obere Kreide. 11) *Mammuliten*-Kalkstein und Sandstein, mit *Cerithium giganteum* und mit *Mammuliten* von demselben untertertiären Alter, wie die von Bassano. Von den Gliedern dieser Reihe, vom Neocomien an aufwärts soll später die Rede sein.

In anderen Theilen Tyrols, so zumal in den Umgebungen von Trient, kommen, wie L. v. Buch mich belehrte, Glieder der Oxford-Formation vor, die manche der oben genannten Petrefacten führen; auch sah ich in den

*) Es ist dieß die wilde Gegend der alten Giminier; das Volk bedient sich noch einer, in andern Theilen der Alpen nicht üblichen Sprache.

lehrreichen Profilen zwischen Roveredo und dem Corneto-Paß den Ammonitico rosso schön entwickelt.

Die nämliche Orford-Zone hat Sismonda in Piemont und Savoyen nachgewiesen. In der Gegend von Chambery und Aix les Bains fand ich Gelegenheit, mich über die Verhältnisse derselben zu den oberen oder Kreideschichten zu unterrichten. Der Geolog Chamousset hat die großen Orford-Massen in vier Abtheilungen getrennt, deren unterste aus ungefähr vier Fuß mächtigen Bänken mergeligen Kalksteines besteht. Dann folgen dunkelgraue oder blauliche Kalksteine, weiß geadert und mit Eisenoolith-Lagen. In diesen Schichten finden sich die meisten Petrefacten, Ammonites biplex, Aptychus u. s. w.. Die dritte Abtheilung besteht aus Mergel- oder Kalkstein-Platten, die vierte aus Kalkstein. Die ganze Gruppe wird von Korallen-führendem Kalkstein bedeckt, der den Corallrag der Engländer repräsentirt, und über diesem erscheint die Neocomien-Formation, die in drei Glieder zerfällt.

Ohne alle die Schichten genauer schildern zu wollen, will ich hier nur eines Profils gedenken, vom Orford-Gebilde aufwärts bis zum Neocomien reichend, das ich auf der Westseite des See's von Bourguet, auf dem Weg von Chambery nach Lyon sah:

Kreide.	{	Oberer Neocomien-Kalkstein mit Chama ammonia.
		Mittlerer Neocomien, mit Spatangus retusus.
		Unterer Neocomien, eisenreicher, kalkiger Sandstein, mit Ostrea,
		Pecten u. s. w. = der Basis des englischen unteren Grünsand.
Jura.	{	Korallen-Kalkstein.
		Schiefer und Kalkstein.
		Orford-Jura, mit Kelloway-Petrefacten.

Die Orford-Gruppe bildet die Basis aller Vorberge in den Savoyer Alpen; ihre Gipfel bestehen aus Neocomien-Kalkstein, der oft noch von jüngeren Formationen bedeckt wird, wie solches unsern Annecy, im Arve-Thal, bei Sallenches und Genf zu sehen ist. Die Orford-Kalksteine sind — aber ohne diese Decke — zumal in der bergigen Gegend östlich von Bevey entwickelt. Bei St. Denis führt der Kalk Ammonites und Aptychus, und dasselbe Gebilde, mächtigen Biegungen unterworfen, setzt den hohen Pik, Dent de Jaman zusammen (1872 Meter über dem Meere), der allen „Touristen“ so wohl bekannt ist; Massen gefleckten Kalksteines mit Feuerstein ruhen auf dunklem Schiefer und unreinem Kalkstein. Von diesem Berg zeigt sich, in absteigender Ordnung, ein Profil mehrerer Kalksteine, wie namentlich in der Bucht von Montreux, welches den Lias zu vertreten

scheint. *) Auf meinen Wanderungen in den Schweizer Alpen, sei es an den Seen von Thun oder Brienz oder an dem nördlichen Ufer des Vierwaldstädter Sees, bemerkte ich Kalksteinbänke, die nach Studer, Escher und den erfahrensten Schweizer Geologen, der Oxford-Gruppe angehören, bisweilen von Kalkstein, Äquivalent des Corallrag, bedeckt werden, gewöhnlich aber von Neocomien-Kalkstein. Der Portland-Kalkstein, welcher im Jura so sehr entwickelt und in den Umgebungen von Solothurn einen seltenen Reichthum an Petrefacten besitzt, ist meines Wissens bis jetzt in den Alpen noch nicht nachgewiesen worden. **) Leider können nur mittelst der Versteinerungen — und wie bekannt sind solche in den Kalksteinen der Alpen nichts weniger als häufig — die einzelnen Glieder der jurassischen oderoolithischen Reihe unterschieden werden. Die oberen Glieder der unteren Abtheilung der Jura-Gruppe im Kanton Glarus — auf Kohlschiefern ruhend, welche wieder das sogenannte „Sernst-Conglomerat“ und quarzige Talschiefer bedecken — zeigen sich bisweilen dolomitisch (Studer's „Zwischen-Bildungen“) und enthalten Eisenerz in einem oolithischen Gestein vertheilt. Es ist die Felsart, welche *Ammonites Gowerianus* (Sow.), *A. macrocephalus* (Schloth.), *A. Parkinsonii* (?), *Ostrea pectiniformis* (Schloth.), *O. calceola* (Goldf.), *Terebratula digona* (Sow.), u. s. w. enthält. In dem höheren, den Eisen-Dolith unmittelbar bedeckenden Gestein (dem „Hochgebirgskalk“ Escher's), das namentlich in den Kantonen Glarus und Appenzell auftritt, finden sich die so sehr charakteristischen Petrefacten *Ammonites biplex* und *A. polylocus*, von *Belemniten* begleitet; es kann demnach das genannte Gestein ganz gut als Vertreter des Oxford-Gebildes der Alpen gelten. ***)

Kreide-System.

**Neocomien-Kalkstein = Unterer Grünsand; Gault; Oberer Grünsand;
Inoceramen-Kalkstein oder Kreide.**

Es war bereits die Rede davon, daß die Gesteine, welche als Äquivalente der oolithischen Reihe anzusehen sind, gleichförmig von anderen

*) Nach einer Mittheilung Collons kommt dort in den schwarzen Kalkstein- und Schiefern der *Ammonites Petit Thouars (d'Orb.)*, ein Lias-Petrefact vor.

**) Die große Menge mancher eigenthümlicher Petrefacten, die das Portland-Gebilde von Solothurn bezeichnen, deuten hier, wie es auch bei dem „Portland rock“ in England der Fall, auf den lokalen Charakter dieser Formation hin.

***) Vergl. wegen der petrographischen Verschiedenheiten der jurassischen Gesteine in den Alpen, die Gebirgskunde von Arnold v. Escher, in dem naturhistorischen Bericht über den Kanton Glarus von Seer in Zürich.

Kalksteinen, dem „Neocomien“ fremdländischer Geologen, bedeckt werden. *) In England vertritt — wie ich vermuthete und wie die Beobachtungen von Fittou dargethan haben — unser unterer Grünsand wenn auch nicht den ganzen, doch einen Theil des Neocomien. In den Alpen hängt diese Formation so sehr mit dem Alpenkalkstein zusammen, daß — bevor sie vermittlest der Petrefacten unterschieden wurde — Sedgwick und ich solche als das oberste Glied der mächtigen Kalk-Ablagerungen in den Alpen ansahen und mit anderen Geologen zu dem oberen Dolith rechneten. Unsere Meinungen über die Lagerung sind jetzt noch richtig, denn — wenige lokale, durch andere Geologen nachgewiesene Vorkommnisse ausgenommen — scheint es, daß in den Alpen, wie im Jura, eine zusammenhängende Reihe von Ablagerungen ohne irgend eine Unterbrechung auf einander folgte bis zur Bildung der die Kreide bedeckenden nummulitischen Gruppe (einschließlich.) Favre hat sich allerdings nachzuweisen bemüht, daß in den Alpen-Gegenden um den Mont-Blanc das Kreide-System (vom Neocomien bis zur Nummuliten-Zone einbegriffen) in mehr oder weniger horizontalen Lagen auf gewundenen Schichten der Jura-Gruppe erscheint. **) Ich will den einzelnen Fällen, welche dieser Geolog schildert, gerade nicht widersprechen; aber andere und zahlreiche Beispiele thun dar, daß in den nämlichen Gegenden eine vollständige, ununterbrochene Reihenfolge statt findet, wie ich sie schon oben zu beschreiben versuchte und wie sie in den Venetianer Alpen so deutlich zu sehen sind. Wer je die Berge um Chambery in den Savoyer Alpen durchwandert oder die Biegungen und Windungen, welche die ganze Reihe der sekundären Gebilde in den kleineren Schweizer-Kantonen erlitten, beobachtet hat, oder die Art und Weise, wie die Gesteine über der Kreide und diese selbst sich gleichförmig über die gewundenen Jura-Schichten abgelagert haben, gesehen, der wird wohl nicht in Annahme der Schlüsse zaudern, zu denen ich gelangte.

Ich will jedoch meinen Beweisen erst einige Worte über die allgemeine Structur und die Grundzüge des eigentlichen Kreide-Systemes in den Alpen vorausschicken. Dessen unteres Glied, der Neocomien-Kalkstein, ist unbedingt das mächtigste und wichtigste Glied der ganzen Formation. Es wurde bereits gesagt, daß eben diese Ablagerung in den Venetianer Alpen als ein harter weißer Sandstein auftritt, welcher Feuerstein und charakteristische Petrefacten führt, und unter der grauen, weißen und rothen Scaglia

*) Vergl. meine Bemerkungen über die Aequivalente des Neocomien (Bull. de la soc. géol. de Fr. vol. X, pag. 392, und Proceedings of the Geol. Soc. of Lond. vol. IV, pag. 112.) Es war mir damals nicht bekannt, daß Kapitän Zibbetson zu Neuchâtel die nämliche Ansicht ausgesprochen hatte.

**) Bull. geol. etc. vol. IV, pag. 996.

oder Kreide, einfällt. In den österreichischen Alpen ist es der Hippuriten-Kalkstein und Marmor, von grauer, gelber, auch rother Farbe, der beim Untersberg unfern Salzburg, um das Gosautthal und an vielen andern Orten, unter Bänken von unreinem Kalkstein, von Mergel und Sandstein einfällt, die Gault- und Kreide-Petrefacten führen. Noch deutlicher als bei Neuchâtel, kann die Ablagerung im westlichen Savoyen gesehen werden. Im Westen von Chambery zeigt sich ein besonders lehrreiches Profil. Die untersten Glieder der Reihe bestehen aus Oxford-Kalksteinen und Schiefen und aus dem oben erwähnten Korallen-Kalkstein, der das oberste Glied der Jura-Gruppe in der ganzen Gegend ausmacht. Auf diesem ruht der unterste Neocomien, ein harter, kieseligter Sandstein, mit kleinen, stark gefalteten Arten von *Ostrea*, mit *Terebratula*, *Nerinea*, u. s. w. Der mittlere Neocomien besteht aus wechsellagernden Schichten von blaulichgrauem, mergeligem Kalkstein, kalkigem Sandstein und Quarz; in dieser Ablagerung kommen charakteristische Petrefacten vor, namentlich *Spatangus retusus*. Die obere Abtheilung bildet ein weißlicher, oft Marmor-artiger Kalkstein, der in Savoyen Hippurites und Chama (*Caprotina*) *ammonia* (*d'Orb.*) enthält.

Der Neocomien zerfällt, besonders in seiner Verlängerung an den Gehängen von Savoyen und in den Schweizer Alpen, in zwei große Unterabtheilungen: eine untere, dunkelfarbige, bezeichnet durch *Gryphaea Couloni* (*Leym.*), *Rhynchonella* (*Terebratula*) *depressa* (*d'Orb.*), *Spatangus retusus* (*Lam.*), Studer's Spatangens-Kalkstein; und eine obere, ein hellfarbiger Kalkstein, der die *Caprotina ammonia* enthält, Escher's Schratten-Kalkstein. Das Ganze bildet in dem größeren Theil der Alpen einen ausgezeichneten und sicheren Horizont. *)

Kreide-Grünsand oder Gault der Alpen.

(Escher's Turriliten-Gebiet.)

Den weit verbreiteten Neocomien-Kalkstein der Savoyer-Alpen bedeckt, wie schon gesagt, an vielen Orten eine dünne Zone dunkelfarbigen, mergeligen Kalksteines, der hie und da Chlorit-Körner und zahlreiche Petrefacten enthält. Unter den Versteinerungen, welche mein Führer, N. Balmat von Chamouny, in dem Montagne de Fis sammelte, erkannte Pichet von Genf *Ammonites cristatus* (*de Luc*), *A. Hugardianus* (*d'Orb.*), *A. Magorianus* (*d'Orb.*), *A. inflatus* (*Sow.*), *A. splendens* (?), *Hamites*

*) Beachtung verdient der Umstand, daß der obere, durch *Caprotina Ammonia* charakterisirte Streifen, so wie der untere Theil der Formation, bei Neuchâtel fehlt.

alternatus (Sow.), Nautilus (kleine Art), Avellana incrassata (d'Orb.), Inoceramus sulcatus (Sow.), Solarium ornatum? (d'Orb.), endlich eine neue Art, begleitet von verschiedenen Echiniden (Discoidea, Galerites und Micraster, Ag.)

Zugleich mit diesen Versteinerungen muß ich noch einer Anzahl anderer gedenken aus der Gegend von Saffonet unfern Bonneville, die mir von Pictet überlassen wurden. Jeder englische Geolog wird sich bei einem Blick auf dieselben überzeugt fühlen, daß das Gestein, aus welchem sie stammen, den Gault und oberen Grünsand repräsentirt. Man kann einen Streifen dieses Gesteins, das einige der charakteristischen Petrefacten enthält, in den Schweizer- und bayerischen Alpen bis hoch in die Berge verfolgen. *)

Inoceramen-Kalkstein (Seewer-Kalk), Aequivalent der Kreide im nördlichen Europa.

Als ich die Savoyer Alpen besuchte, war es mein Zweck zu ergründen, ob nicht ein Aequivalent der Kreide im nördlichen Europa nachzuweisen sey, die den oberen Grünsand bedeckend, zwischen dieser Formation und dem Nummuliten-Gebiet auftritt. Als ich im verflossenen Sommer in jenen Regionen umherschweifte, schien mir wenig Hoffnung für eine so mächtige Entwicklung der Kreide-Schichten, um ein Aequivalent der weißen Kreide aufzufinden, denn dort ruhen die nummulitischen Gebilde unmittelbar auf dem Neocomien-Kalkstein. Ueberdies hat Favre in seiner jüngsten Schrift**) gezeigt, daß die Nummuliten = Zone in Savoyen unabhängig ist von dem Kreide-System einerseits und von dem darüber liegenden Macigno oder Flysch andererseits. Es zweifelt dieser Geolog nicht an der Richtigkeit seiner Schlüsse, indem die Nummuliten-Gesteine, wo er sie untersuchte, entweder auf Jura-Kalkstein oder auf Neocomien ruhen. Indeß konnte eine solche Behauptung durch die Entdeckung der fraglichen Schichten in einer von Stö-

*) Die Petrefacten, welche ich von Pictet erhielt, finden sich in einer, nur wenige Fuß mächtigen Schichte; ich erkannte *Ammonites inflatus* (Sow.), *A. Candollianus* (Pict.), *A. varicosus* (Sow.), *A. Mayorianus* (d'Orb.), *A. Lyellii* (d'Orb.), *A. monile* (Sow.), *A. milletianus* (d'Orb.), *A. regularis* (Leym.), *A. latidorsatus* (Michelin), *A. Hugardianus* (d'Orb.), *Hamites rotundus* (Sow.), *H. virgulatus* (Brongn.), *Turrillites Bergeri* (Brongn.), *Avellana incrassata* (d'Orb.), *Inoceramus concentricus* (Sow.), *I. sulcatus* (Sow.), *Cucullaea fibrosa* (d'Orb.), *Arca*, drei Arten, *Terebratula ornithocephala* (Sow.), *T. Plicatilis* (Sow.), *Ceromya inflata* (Ag.), ferner *Micraster* und andere Echinodermen. Vergl. Pictet's treffliches Werk „Description des Mollusques fossiles des grès verts des environs de Genève“ 1r livr. 1847.

**) „Sur la position relative des Alpes Suisses occidentales et des Alpes de la Savoie,“ im Bull. etc. vol. IV, pag. 996.

rungen weniger heimgesuchten Gegend widerlegt werden, was auch der Fall war. Auf einer gemeinschaftlichen Wanderung mit Pillet aus Chambéry durch die Thäler von Thones und dem Grand Bornand nach dem Arve-Thal fand ich höchst lehrreiche Profile in den Umgebungen von Thones entblößt.

Als ich das Thal von Thones von Westen aus betrat, entdeckte ich alsbald unsern Annech=le=Vueux Schichten von Neocomien und darüber liegend nummulitische Gesteine mit Pecten. Indes gestatteten die zertrümmerten Schichten, so wie meine karg zugemessene Zeit, hier keine nähere Untersuchung. Näher gegen den Flecken Thones jedoch bemerkt man, wie die oberen Neocomien-Schichten mit *Caprotina ammonia*, nach einigen Windungen an der nördlichen Seite des Thaies einen Rücken bilden, bei einem nördlich-südlichen Streichen nach Süd-Ost unter Winkeln von 55° bis 60° einfallen, während an ihrer Oberfläche andere Gesteine auftreten. Oberhalb des oberen Neocomien-Kalksteines ist eine kleine Vertiefung, wahrscheinlich von der Aushöhlung weniger harter Gesteine herrührend, als der darüber und darunter liegende Kalkstein. Pillet und ich fanden Grünsand-Terebrateln, die — mit der Lage und dem Charakter der Schichten verglichen — unzweifelhaft als Vertreter des, gewöhnlich in den Alpen entwickelten, Gault und oberen Grünsand anzusehen sind. Allmählig gehen diese Schichten, aus dunkeltem Schiefer, unreinem Kalkstein, und sandigem grünem Mergel bestehend, (nach oben) in gelblichen Kalkstein über, der wieder von hellfarbigem Kalkstein mit Feuerstein bedeckt wird; in demselben kommen mehrere Arten von *Inoceramus* vor, und besonders wohl erhalten der *I. Cuvieri*.

Letztere Schichte ließ sich, ihrer Lage und den Petrefacten gemäß, als Repräsentant der Kreide nicht verkennen. Es wechselt dieser Kalkstein seine weiße Farbe, er wird braun, und alsdann wieder, ohne daß eine Störung oder sonst eine Unregelmäßigkeit statt fände, von Nummuliten-führenden Schichten bedeckt, welche nach oben sandiger werden und Pecten enthalten. Nun folgen Schichten von sandigem Kalkstein und dunkelgrauer, weiß geaderter Kalkstein. Die nummulitische Gruppe, welche in ihren tieferen Bänken mit dem *Inoceramen*-Kalkstein (oder Kreide) in Verbindung steht, hängt auf gleiche Weise mit den auf ihr ruhenden Gebilden zusammen, d. h. mit glimmerigen Sandsteinen, mit Mergeln, Kalksteinen und Conglomeraten, welche einen Theil des Gyps der Alpen vertreten. Letztere enthalten gewisse Fisch-Reste (durch Agassiz beschrieben), so wie Abdrücke von Muscheln. Es sind diese Schichten völlig identisch mit jenen, die ich unsern Chambéry als untere Glieder des Gyps von Savoyen erkannt hatte, wo sie ebenfalls die Nummuliten-Gesteine bedecken. Steigt man das seitliche Rängenthal, östlich vom Grand Bornand hinan, so bemerkt man, zumal zwischen Thones und

St. Jean de Sixt, auf der linken Seite eine Höhe aus Neocomien und Kreide-Kalksteinen bestehend, von Nummuliten-Kalkstein und einigen Schiefeln des Flysch bedeckt; auf der andern Seite des Weges gehen höhere Glieder der Gruppe, Sandsteine und Conglomerate zu Tag. Alle die, unter hohem Winkel geneigten Schichten, liegen gleichförmig auf einander; sie fallen nach Süd-Süd-Ost ein; der Neigungs-Winkel wächst mit der Entfernung von den sekundären Kalksteinen. Bei La Sommerie, östlich vom Grand Bornand, in einer tiefen Schlucht unterhalb der Montagne de Four, wird hauptsächlich Braun-Kohle gewonnen, gleichen Alters mit jener von Entrevernes bei Annecy, die inmitten der nummulitischen Gruppe auftritt. *)

Demnach gibt es in den Umgebungen des Mont Blanc eine zusammenhängende Schichten-Reihe, die nicht allein die gesammte Folge der eigentlich sogenannten Kreide-Gebilde, sondern auch deren Uebergang in Schichten mit Nummuliten deutlich erkennen läßt; überdies werden letztere von Flysch bedeckt. Die Folgerungen von Favre können also auf diesen Theil Savoyens — wo keine Störungen die ursprünglichen Charaktere der Ablagerungen verdunkelten — nicht angewendet werden. Diese Nummuliten- und Flysch-Gebilde — welche wir in der Schweiz wegen der deutlicher aufgeschlossenen Profile und der größeren Anzahl von Petrefacten besser erkennen — machen eine natürliche Gruppe aus, geschieden von dem Kreide-System, aber doch innig und gleichförmig mit demselben verbunden. Sie sind am mächtigsten entwickelt in den höchsten und unzugänglichsten Theilen der Schweiz, in den Kalk-Regionen nordöstlich, nördlich und westlich vom Mont Blanc. Dort steigen sie zu beträchtlichen Höhen empor; sie bilden die erhabensten Punkte des Dent du Midi, der Diablerets — zu 9849 bei jenem, zu 10,050 fr. Fuß hier emporsteigend. Die Versteinerungen vom Gipfel der Diablerets waren schon geraume Zeit den Geologen bekannt; es finden sich zumal *Nummulites globulus* (Leym.), *N. Biaritzana* (Arch.), (*regularis* Rottmeyer), *Cerithium diaboli* (Brongn.), *C. elegans* (Desh.), *C. polymeres* (Leym.), nebst *Ampullaria*, *Chemnitzia*, *Melania costellata* (Lam.); drei Arten sind von im Pariser Becken vorkommenden nicht zu unterscheiden.

*) Die Kohle von Entrevernes wurde von Bakewell (Travels in the Tarentaise, vol. IV, pag. 186) geschildert; er führt *Cytherea* und *Cerithium* an, denkt aber nicht der Nummuliten. Chamouffet, Verneuil, Sismonda und Biquessnel, die zusammen den Ort besuchten, fanden tertiäre Muscheln (Bull. de la soc. géol. de France, 2. ser. I, pag. 214). Kohle von demselben Alter kommt, zugleich mit Nummuliten — nach Reßer — an dem Gipfel der Diablerets und bei Pernant an der Arve vor, (Bibl. univ. de Genève, tom. XXXIII, pg. 90.)

Wir verdanken bekanntlich Brongniart eine vortreffliche Schilderung der Felsmassen, welche die Diablerets zusammensetzen. Er erwähnt nicht allein der Nummuliten und anderer Petrefacten, und eines Streifens anthracitischer Kohle, sondern schloß auch mit gutem Grund aus der Natur der Versteinerungen, daß diese Gebilde ungefähr gleichen Alters seyen mit den untersten Schichten des Pariser Beckens. Er trennte scharf die nummulitischen und kohligen schwarzen Kalksteine von jenen der angrenzenden Berge, in welchen Ammonites, Hamites und andere Grünsand-Petrefacten vorkommen — nur erregte das eigenthümliche, für ein höheres Alter sprechende Aussehen der Kalksteine und Schiefer nicht geringe Zweifel in ihm. Solch ein Gewicht legte man damals auf den petrographischen Charakter der Felsarten.*) Jetzt, da bekanntlich obere secundäre oder Kreide-Gebilde in den Savoyer Alpen und in Wallis vorkommen, da sogar ein Aequivalent der Kreide nachgewiesen worden, sehen wir erst, wie klar die Schlüsse Brongniart's waren, indem er die schwarzen nummulitischen Kalksteine der Diablerets für tertiär hielt.

In der Absicht, die über der Kreide befindlichen Gebilde in den Alpen näher kennen zu lernen, wo die Arbeiten Studer's und Escher's von der Linth schon so viel Licht verbreitet hatten, gab ich fernere Untersuchungen in dieser Hinsicht in Savoyen und Wallis auf, zufrieden wenigstens den Schlüssel zu einer regelmäßigen Schichten-Folge gefunden zu haben, was früheren Beobachtern entgangen. Auch war ich überzeugt, daß der Kalkstein mit *Inoceramus*, der zwischen dem Grünsand und den nummulitischen Gesteinen Savoyens auftritt, nichts anderes, als ein Aequivalent des Seewerkalksteins der Schweizer Geologen sey. Künftige Untersuchungen werden dieß bestätigen.

*) „Es würde demnach sehr wenig gewagt seyn“ — dieß sind Brongniart's Worte — „ungeachtet der Lagerungs-Verhältnisse des kalkigen, fossile Reste-umschließenden Gesteins, ungeachtet seiner Dichtigkeit, seiner schwarzen Farbe, seiner gleichförmigen Schichtung mit dem darunter befindlichen alten Kalk; es würde wenig gewagt seyn, sage ich, wollte ich jenes Gebilde als zur nämlichen Formation gehörig ansehen, wie den Grobkalk, wenn dasselbe nicht von Felsarten bedeckt wäre, welche von Neuem die Kennzeichen der Homogenität und der Dichtigkeit tragen, die man dem Alpen-Kalkstein zuschreibt.“ (*Mémoire sur les Terrains du Sédiment supérieur*, pag. 44). Diese schwarzen, kieseligen und glimmerigen unreinen Kalksteine und dichten, weißgeaderten Kalksteine gehören dem Gyps-Gebilde an.

Mammulitische Gesteine und Gyps der Schweiz („Alpinischer Macigno“ Studer's) in ihren Beziehungen zu den darunter liegenden Kreide-Gebilden.

Nachdem von den Kreide- und jüngeren Gebilden in den Savoyer-Alpen die Rede gewesen, wollen wir uns nun näher mit jenen Ablagerungen beschäftigen, die ich, gemeinschaftlich mit Brunner von Bern oder mit Escher von der Linth in den Kantonen von Luzern, Unterwalden, Schwyz, Glarus, Appenzell und St. Gallen kennen zu lernen Gelegenheit hatte. Ich werde dabei manchmal an die darunter liegenden Kreide-Schichten erinnern. Da ich schon einen allgemeinen Ueberblick gab, wird es besser seyn, die ganze Schichten-Reihe in jeder Gegend, die physikalisch mit der Mammuliten-Zone in Verbindung steht, zusammenzufassen, als alle die einzelnen Gebilde in den verschiedensten Gegenden zu beschreiben. Es würde dieß auch meinen Plan stören: den innigen Zusammenhang gewisser Felsmassen, die für tertiäre zu halten sind, mit anderen der sekundären Epoche darzutun.

Der Leser möge sich erinnern, daß zur Zeit als Sedgwick und ich die österreichischen Alpen schilderten, Studer, Escher und Andere ihre Untersuchungen über den Gebirgsbau in den Alpen der Schweiz noch nicht bekannt gemacht hatten. Studer's treffliches Werk über die Molasse war freilich bereits erschienen, aber noch nicht sein erster Versuch einer Klassifikation der älteren Formationen. Seit der Zeit verlangte jener Gegenstand bei dem raschen Fortschreiten eine neue Untersuchung, zumal in einem an verwickeltesten und interessantesten Verhältnissen so reichen Gebirge. *)

Auf meinem Rückwege von Savoyen war ich so glücklich, zu Solothurn bei einer Versammlung der Schweizer Naturforscher einen Aufsatz über Mammuliten und andere Foraminiferen von Ruttimeyer vortragen zu hören. Bei einer früheren Gelegenheit hatte Brunner schon diese Thier-Neste und ihr Vorkommen beschrieben, **) aber, da er wünschte, daß der zoologische

*) Niemand ist mehr von der Nothwendigkeit überzeugt, wiederholte Revisionen und Verbesserungen auf geologischen Karten, welche einzelne Theile der Schweiz betreffen, vorzunehmen, wie Studer, namentlich seit man in der Kenntniß der Petrefacten solche Fortschritte gemacht hat. Die alten Ansichten, welche noch auf seiner kleinen Karte der Umgebungen von Bern dargelegt sind, bedürfen — so sagte er mir — einer gründlichen Verbesserung. Vergl. *Mém. de la soc. géol. de France*, III, pag. 379.

**) Vergl. Brunner's Aufsatz „Beiträge zur Kenntniß der Gyps- und Mammuliten-Formation“ in den Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft zu Bern, 1847. Brunner vergleicht hier die mammulitischen Gebilde nördlich vom Thuner

Theil seiner Arbeit einer genauen Prüfung unterworfen werde, nahm er die Hülfe seines gelehrten Freundes Ruttimyer in Anspruch, deren Resultat der oben erwähnte Aufsatz war. Brunner hatte die Güte, mich auf meinen Ausflügen in die kleinen Kantone zu begleiten. Bei Beatenberg unsern Thun tritt ein Kohlen-Streifen mit nummulitischen Ablagerungen auf, d. h. in Schichten unterhalb des Flysch. Diese Kohle, welcher man sich in der Gas-Fabrik zu Bern bedient, erscheint genau auf dem nämlichen geologischen Horizont, wie die Kohle von Entrevernes bei Annecy, am Grand Bornand in Savoyen und an den Diablerets. Es findet also in dieser Hinsicht eine genaue Analogie zwischen dem nördlichen und südlichen Gehänge der Alpen statt, denn — wie später gezeigt werden soll, wird Kohle in ziemlicher Menge aus den tieferen Schichten der nummulitischen Gesteine, zwischen Vicenza und Recoaro, und am Monte Bolca gewonnen, in Gegenden, wo diese Gebilde ohne allen Zweifel Kreide=Ablagerungen bedecken. Die nummulitischen Gesteine vom Beatenberg ruhen auf Neocomien=Kalkstein und über ihnen erscheinen Flysch-Massen. In den Regionen, welche Brunner und ich gemeinschaftlich durchforschten, fanden wir die Verhältnisse der Gebilde zu den darunter liegenden Gesteinen weit klarer und besser entwickelt, und mehr im Einklang mit meinen Beobachtungen bei Thones in Savoyen. Als ich mit Escher von der Linth zusammentraf, hörte ich zu meiner Zufriedenheit, daß dieser treffliche Geolog zu den nämlichen Folgerungen gelangt sey, wie ich — eine einzige eigenthümliche, den Uebergang bildende Schichte ausgenommen, worauf ich großes Gewicht lege — und daß er als die richtige Stelle der nummulitischen Zone stets jene oberhalb des Inoceramen=Kalksteins oder des Vertreeters der Kreide ansehe.

Die beträchtliche Kalkstein=Ablagerung, welche Nummulites, Orbitolites, Operculina, nebst gewissen Muscheln enthält, und von mächtigen Flysch-Bänken bedeckt wird, d. h. von unreinem Kalkstein, Sandstein und Schiefer, die sich vom Beatenberg und Habkern bis nach Alpnach ausdehnen, parallel der größeren Axe der Schweizer-Alpen streichend, d. h. von West-Süd-West nach Ost-Nord-Ost. Es ist in der That eine erhabene Mulde zwischen den gigantischen Kalkmassen des Pilatus im Nord-West und den die Seen von Brienz und von Sarnen umgebenden Bergen, deren süd-östlichen Punkt das Stanzerhorn bildet. Die tiefe, gegen Alpnach zugekehrte Seite des Vierwaldstätter-Sees befindet sich hauptsächlich in den weicheren Mergelschiefeln oder Sandsteinen der Flysch-Gruppe, während

See mit denen der Diablerets, denn beiden ist Nummulites globulus (*Leym.*) gemeinschaftlich. Dieß ist auch mit Chemnitzia, Cerithium der Fall, und die Neritina Fischeri (*Brunner*) von Thun kann kaum von der N. lineolata (*Desh.*) des Pariser Beckens unterschieden werden.

die härteren Kalk-Massen die Gehänge, die Seiten der Mulde zusammensetzen, den Pilatus auf der einen und das Stanzgerhorn auf der andern Seite. Meine Untersuchungen am Pilatus waren keineswegs so genau, um eine vollständige, geognostische Schilderung desselben geben zu können. Ich bestieg den Berg von Alpnach aus, vom südlichen Gehänge des Tomlihornes, wanderte alsdann durch ein Thal, das Eckhorn zur rechten Seite, auf den, Esel genannten Gipfel zu, der etwa 6000 Fuß über dem Meere liegt. Nur kurze Zeit war der Betrachtung der nummulitischen Schichten und den Gesteinen, worauf sie ruhen, vergönnt. Die Hauptmassen des Berges bestehen aus oberem Neocomien-Kalkstein (mit *Caprotina ammonia*), und zwischen dem Tomlihorn einerseits und dem Ruttigerwald andererseits bemerkte ich braune, sandige Kalksteine, die einen starken Gegensatz zu den weißen Neocomien-Kalken am Gehänge des Berges bildeten. Ich sah keine Spuren von Gault, oberem Grünsand oder Inoceramen-Kalkstein, aber nach den Analogieen am östlichen Gestade des Sees von Luzern urtheilend, dürfte dennoch auf diesem hohen Berge, wo Störungen mannigfacher Art statt fanden, eine Reihe solcher Gebilde nachzuweisen seyn. Von einem Punkt unfern des, Esel genannten Gipfels, wo Nummuliten vorkommen,*) nahm ich ein ansteigendes Profil wahr, dessen Schichten sich stark gegen Süd-Süd-Ost neigen: Bänke unreinen Kalksteines, eisenreiche, kalkige Sandsteine (zum Theil pisolithisch) mit Abdrücken von Pecten und anderen Petrefacten. Diese grünen und kalkigen Sandsteine fallen stark unter einer mächtigen Ablagerung von Schiefen, glimmerigen Sandsteinen und Kalksteinen ein — mit kurzen Worten: unter dem Flysch. Es geht hieraus hervor, daß die nummulitischen und Flysch-Gesteine, obwohl vollkommen vereinigt und gleichförmig auf einander abgelagert, eine natürliche Gruppe bildend, in dieser hohen Schlucht zwischen zwei Wällen des älteren Neocomien-Kalksteines eingeschlossen sind. Mein kurzer Aufenthalt gestattete keine nähere Untersuchung der Berg-Gehänge; nur verdient noch Beachtung, daß in den großen Massen dünnungeschichteter mergeliger und sandiger Schiefer, kleine Foraminiferen vorkommen, die nach Brunner und Ruttimyer auch in den Umgebungen von Thun getroffen werden. Die nummulitischen und Flysch-Gebilde des Pilatus tragen im Ganzen den Anschein, als ob sie zu einer sehr zertrümmerten und hochgeneigten Mulde emporgehoben worden wären, deren Seiten auf dem

*) Die Nummuliten-Art, welche ich am Pilatus sammelte, ist klein, aber, wie bekannt, finden sich dort auch sehr große Arten. Hinsichtlich der organischen Reste bemerke ich, daß Brunner und ich uns überzeugten, wie ungemein verschieden einzelne Arten von Nummulites und anderen Foraminiferen in derselben Gegend sich zeigen, und wie wieder die nämlichen charakteristischen Arten in den entlegensten Regionen zu Hause sind.

Neocomien-Kalkstein ruhen, welcher letztere eine der großartigsten Felsenmauern in diesem äußeren Gebiet der Alpen zusammensetzt, im Vergleich zu den niedrigen, wellenförmigen Molasse- und Nagelfluß-Gegenden, welche hier den Kanton Luzern durchziehen.

Das östliche Ende des Sees von Alpnach wird fast gänzlich durch eine Landzunge abgeschnitten, aus wellenförmigen Höhen bestehend, die — nach Brunner's Untersuchungen — eine sehr lehrreiche Mulde bilden: die tiefsten Schichten auf beiden Seiten sind oberer Neocomien-Kalk, bedeckt von Seewerkalkstein, einem Äquivalent des Inoceramen-Kalksteines; darauf ruht ein Becken von nummulitischem Kalkstein und Gyps. *)

Die Orbitoliten, welche Schichten von beträchtlicher Mächtigkeit in den Bergmassen am Beatenberg um Thun bilden, sind hier in Streifen eines grünen, kalkigen Sandsteines, der nur wenige Fuß breit ist, enthalten, während *Nummulites millecaput* (*Bouée*) oder *polygyrata* (*Desh.*) in großer Menge vorherrscht, und gleichsam — wie Brunner meint — *N. rotularis* (*Desh.*) oder *N. globulus* (*Leym.*) zu ersetzen scheint. Die erstgenannte, große und wohlkennliche Art, die auf dem Erdball eine so große Rolle spielt, kommt namentlich noch an mehreren Orten nordöstlich vor, wovon später die Rede seyn soll. **)

*) Als Brunner dieß Vorgebirge untersuchte, entging seiner Aufmerksamkeit ein Streifen von sekundärem Grünsand oder Gault, den wir später — wie namentlich in Savoyen — so ungemein häufig zwischen dem oberen Neocomien- und dem Inoceramen-Kalkstein bemerkten. Aber wie leicht kann dieß bei einer solchen Wanderung, wo man oft nur die Gesamt-Verhältnisse in's Auge faßt, geschehen.

**) Auf meiner Wanderung bediente ich mich natürlicher Weise der specifischen Namen, welche Rottmeyer und Brunner den Nummuliten und anderen Foraminiferen der Schweizer Alpen gegeben hatten. Als später d'Archiac die von mir gesammelten fossilen Reste sah, erkannte er manche Arten, die er früher schon in Frankreich aufgefunden und beschrieben hatte. Wir geben, welche Benennung nun angenommen werden möge, damit kein Mißverständniß entsteht, beide vorgeschlagene Namen. Eine höchst wichtige Thatsache ist es übrigens, daß folgende Petrefacten im südlichen Frankreich, in den Pyrenäen und in den Alpen vorkommen, die Identität der Gruppe aufs deutlichste beweisend:

1. *Nummulites millecaput* (*Bouée*) = *N. polygratus* (*Desh.*)
2. „ *planospira* (*Bouée*) = *N. assilinoïdes* (*Rut.*)
3. „ *Biaritzana* (*Arch.*) = *N. atacica* (*Leym.*), *N. acuta* (*Sow.*), *N. regularis* (*Rut.*)
4. „ *globosa* (*Rut.*) (var. *Biaritzana* (*Arch.*)) = *N. obtusa* (*Joly* und *Leym.*)
5. „ *rotularis* (*Desh.*) = *N. globulus* (*Leym.*)
6. „ *placentula* (*Desh.*) = *N. intermedia* (*Arch.*)
7. „ *laevigata*.
1. *Orbitolites discus* (*Rut.*)

Indem wir unsere Formation in dem Thal, das sich von Brunnen nach Schwyz hinzieht, an dem östlichen Ufer des Luzerner Sees, verfolgten, fanden wir, daß die zwischen dem Neocomien und dem Flysch liegenden Schichten hier viel mehr entwickelt seyen. Zwischen dem Rigi — jener mächtigen Ablagerung von Molasse und Nagelfluhe — einerseits und den großen Massen gewundener sekundärer Felsgebilde von Altorf andererseits, ist das von Brunnen über Seewen und Schwyz sich erstreckende Thal eine jener Mulden, deren Seiten aus sekundärem Kalkstein bestehen, welcher auf beiden Fluß-Ufern unter nummulitischen und Muscheln-führenden Ablagerungen einfällt. Besonders deutlich erscheint die Schichten = Folge auf der Nordseite. Das Profil beginnt — in ansteigender Ordnung — am Ende des Sees von Lowerz, nördlich von Seewen mit dunkelfarbigem unterem Neocomien-Kalkstein, bedeckt von hellfarbigem, krystallinischem, dickgeschichtetem oberem Neocomien-Kalkstein, in welchem wir nicht allein zahllose Reste von *Caprotina ammonia*, sondern auch *Hippurites Blumenbachii* nebst Korallen und Schiniten entdeckten. In einer Vertiefung liegen darüber weichere Gebilde, die Aequivalente des Gault und oberen Grünsands, mit kleinen Ammoniten und anderen Petrefacten. *)

Nun folgt der Seewer-Kalkstein der Schweizer Geologen. Diese Felsart, auf oberem Grünsand ruhend, ist ein hellgraues, erdiges Gestein, in dem hellfarbiger Kalkstein von muscheligen Bruch Concretionen und wellenförmige Platten von sechs bis acht Zoll und oft noch mehr Mächtigkeit bildet. Gleich dem Grünsand und dem Neocomien, auf welchem sie liegt, scheint diese Felsmasse das Ausgehende eines Domes, der so weit man urtheilen kann, gegen Nord-Ost, Ost, Süd-Ost und Süd-Süd-Ost einfällt. Gegen Osten ist er, längs eines Flüsschens, entblößt und es wird ein bedeutender Steinbruchbau in ihm betrieben. Wir waren so glücklich, in dem Seewer-Kalkstein Fragmente von *Inoceramen* zu entdecken, selbst in den tieferen Schichten, die auf dem Grünsand liegen, der oberen Abtheilung des Steinbruches. Verfolgt man die, unter einem Winkel von ungefähr 25° nach Süd-Süd-Ost in das Muota-Thal einfallenden Schichten, so gelangt man an einen, nur gegen fünfzig Schritte breiten Platz, wo die Gebilde dem Auge entzogen sind, alsdann erscheinen aber in gleichförmiger Lagerung

2. *Orbitolites patellaris* (Brunner.)

3. „ *stellaris* (Brunner) = *Calcarina stellaria* (Arch.)

Operculina der *O. ammonica* (Leym.) nahe kommend.

**) Studer und Escher fanden hier mehrere Versteinerungen des Grünsands. Wenn wir nicht irren, so nannte Escher zuerst das darüber liegende Gebilde „Seewer-Kalkstein“ und wies nach, daß ein ähnlicher Kalkstein eine ähnliche Stelle im Kanton Appenzell und am Wallenstadter See einnehme.

Schichten eines sandigen, grünlichen Kalksteines, der Nummuliten in großer Menge führt, namentlich *Nummulina planospira* oder *assilinoidea*, und mit mergeligem Schiefer wechselt, der nach oben mehr sandig und plattenförmig wird und über welchem Bänke sandigen Mergels mit *Orbitolites*, *Pecten* u. s. w. ruhen.

Das breite, durch den Muota-Fluß bewässerte Thal, wurde in den weichen Gyps- und Sandstein-Schichten oberhalb der Nummuliten-Gebilde ausgehöhlt, denn gegen Jegenbühl zu, am Abhang der gegenüber liegenden Berge, trifft man die nämlichen, hochgeneigten Schichten sandigen Mergels, mit *Orbitolites*, *Pecten* und anderen Petrefacten. Das Gehänge der von Brunnen aus an dem linken Muota-Ufer sich hinziehenden Höhen ist, stark mit Waldungen bedeckt, schwer zu untersuchen, nur hie und da bemerkt man einzelne Stellen, wo unterhalb der nummulitischen Gesteine der Seewer-Kalkstein zu Tage geht, so wie der Grünsand, der obere und untere Neocomien. Letzterer bildet den Kern des mächtigen, dom-artig gestalteten Kalkberges Morsbach, an der östlichen Seite des Vierwaldstätter-Sees, südlich von Brunnen. *)

Indem bei einer späteren Gelegenheit von den ungeheueren Windungen und Brüchen, welche die ganze Reihe von Felsmassen, nebst den Jura-Kalksteinen, am oberen Ende des Altdorfer Sees erlitten hat, die Rede seyn wird, erwähne ich hier nur noch, daß der Seewer-Kalkstein mit *Inoceramen*, der zwischen oberem Grünsand und den nummulitischen Gesteinen auftritt, genau auf der nämlichen Stelle erscheint, wie der *Inoceramen*-Kalkstein bei Thonès in Savoyen, und daß beide demnach als Repräsentanten der weißen Kreide des nördlichen Europas angesehen werden können. Fast allenthalben in dem schönen Thal von Schwyz erheben sich Felsmassen aus Seewer-Kalkstein bestehend; ich nenne hier die rothen und weißen Fels des Mythen, **) die auf die Stadt Schwyz herabschauen, allen Freunden pittoresker Gegenden wohlbekannt. Es erinnern die Massen rothen und grau und weiß gefleckten Kalksteines in hohem Grade an die Scaglia, das italienische Aequivalent der Kreide, während sie sonst keinem Kalkstein der Schweizer Alpen gleichen. Sie nehmen deutlich ihre Stelle oberhalb der älteren Kalksteine (Jura und Neocomien) ein, und ich trage deßhalb nicht das geringste Bedenken, sie zur weißen Kreide zu rechnen, um so mehr, da sie mit den darüber befindlichen

*) Dort führt der untere Neocomien *Gryphaea Couloni*, *Rhynchonella* (*Terebratula*) *depressa* (*d'Orb.*) und *Spatangus retusus*.

**) Wir wanderten über den Mythen von der Nordseite auf unserem Weg von Einsiedeln durch den Hackenpaß und kehrten über Brunnen durch den Holzschpaß zurück. Letzterer ist besonders großartig und nur von da aus ist der Gipfel zugänglich.

nummulitischen und Glysch-Gebilden in Verbindung stehen. Auf der nördlichen Seite des kleineren Pifs sahen wir, beim Ersteigen des Hackenpaß Massen von Schiefer und von unreinem, weißgeadertem Kalkstein, welche gleichsam die äußere Hülle des Abhanges bildeten, bedeckt von kalkigen Sandsteinen mit *Nummulites planospira*, *N. rotularis*, *N. Biaritzana* und *Orbitolites discus*, die dicken Schalen der letzteren gleichen kleinen Kalkspath-Lagen. In Kalkstein-Bruchstücken, die von den Felsen herabgerollt waren, entdeckten wir auch *Inoceramus*-Reste. Die Hebung des Mythen hatte der Störungen so viele zur Folge, so mächtige Senkungen fanden dabei statt, daß an eine regelmäßige Schichten-Folge nicht zu denken ist; wir hätten kaum die eben geschilderte Schichten-Reihe bemerkt, wären wir nicht früher durch die regelmäßig abgelagerten Gesteine der Umgegend gewissermaßen vorbereitet worden. In der That erscheint eine gleiche, allgemeine Unterstüßung der Formationen auf der Ostküste des Sees von Lowerz, wie an dessen westlichen Gestaden. Die ungeheuren Anhäufungen von Nagelfluhe und Molasse am Roßberg, so wie jene des Rigi, statt vom Alpen-Mittelpunkt abzufallen, neigen sich gegen denselben, die jungen Tertiär-Gebilde erscheinen als die ältesten, während die nummulitischen und Glysch-Gesteine zertrümmert und gegen die Kreide-Felsen des Nothen gepreßt sind. Wenn ich übrigens behauptete, daß die Gipfel des Mythen der Kreide-Gruppe angehören, will ich damit nicht gesagt haben, daß dieß auch mit dem unteren Theil des Berges der Fall, denn kommt man von Brunnen aus, so zeigen sich in dem, nach Einsiedeln führenden, Thale beträchtliche Bänke, deren tiefste sehr veränderte, kieselige Sandsteine sind mit einzelnen dolomitischen Adern, an die „cargneule“*) Savoyens erinnernd. An den senkrechten Kalkstein-Wänden unterhalb der rothen Pifs, sind undeutliche Schichtungs-Linien wahrnehmbar, die nach Süd-Süd-West zu ziehen scheinen; die Gesamt-Masse wird von hochgeneigten Klüften durchzogen, deren Flächen unter 70° gegen Nord-Nord-West einfallen. Da ein Ersteigen des Berges nur mit bedeutenden Schwierig-

*) In den waadländischen Alpen ist unter dem Namen „cornieulas“ oder „cornieule“ ein eigenthümliches Gestein bekannt, das der „Rauchwacke“ der Deutschen zu entsprechen scheint. Beim ersten Anblick möchte man es für einen Tuffstein halten, doch scheint es ganz anderen Ursprungs zu seyn. Es ist mehr oder weniger gelblich- oder grünlich-grau, bisweilen strohgelb, sieht erdig aus, ist fast immer porös und voller Löcher oder vielmehr eckiger Höhlungen, die mit einer gelben Erde, mit Kalkspath oder Braunspath ausgefüllt sind, so daß es eine Art des Dolomites ausmacht. Bisweilen findet man darin auch Spuren von Talk. Die Felsart erscheint nie regelmäßig geschichtet, sondern bildet meistens mächtige Lager im Kalkstein. Sie findet sich zumal in Sepey, am rechten Ufer der Grand-Gan, oberhalb Morcles und beim Poussaz. (Lard y.)

keiten verbunden und dessen unterer Theil im höchsten Grade verändert ist, so sehen wir eines der in den Alpen so häufigen Beispiele vor uns, wo einer genaueren Bestimmung der Formationen von der Natur ein Ziel gesetzt wird.

Nummulitische und Gfysch-Gesteine um Einsiedeln.

Mächtige Gfysch-Massen liegen zwischen dem Mythen und dem Thal von Einsiedeln, *) während westlich und südlich von dieser Stadt sich Terrassen von nummulitischem Kalkstein aus dem Gfysch erheben, mit dem

*) Ich will hier keine petrographische Schilderung des Gfysch geben, ausgenommen wo neue Charaktere sich bieten. Unter der allgemeinen Benennung Gfysch †) versteht man eine Gruppe, die mit und über den nummulitischen Gebilden auftritt, und hauptsächlich aus dünngeschichtetem Kalkstein von dunkelgrauer Farbe mit weissen Adern, aus thonigen und kalkigen Schieferen, aus Mergeln, aus glimmerigen Sandsteinen besteht; in den tieferen Schichten findet man Fucoiden, wenige Petrefacten und Fischzähne.

†) Wir erachten es für nothwendig, Studer's Bemerkungen „über die Bedeutung des Ausdruckes Gfysch“ aus jüngster Zeit (Bibl. universelle de Genève, 1849, XI, pag. 58 etc.) hier beizufügen. Wenige Namen dürfen — sagt Studer — so viele Verwirrungen im Bereiche der Geologie gestiftet haben, als der Ausdruck Gfysch; zuerst von mir gebraucht im Jahrbuch für Min. in zwei Abhandlungen über das Simmenthal und in den Ann. des Sciences naturelles. Es war eine örtliche Benennung, welche ich vorschlug zur Bezeichnung einer ziemlich verwickelten, kalkig-thonigen Gruppe, wovon der Portlander Kalk im Simmenthal bedeckt ist. Alex. Brongniart, dem ich die Petrefacten aus letzterem Kalk mittheilte, ließ sich den Mißgriff zu Schulden kommen, solche auf's Gfysch-Gebiet zu beziehen und somit wurde diesem seine Stelle in den obersten Jura-Lagen angewiesen. Etwas später wählte Kesterstein (Geognostisches Deutschl., B. V, S. 559) den Namen, wovon die Rede, als Gesammt-Ausdruck, um betraute sämmtliche kalkige, sandige und schieferige Alpen-Gebilde zu bezeichnen; er betrachtete dieselben als ein einziges Gebiet ausmachend, entsprechend der unteren Kreide-Formation im nördlichen Europa, ein Gebiet, welches die ganze Folge fossiler Reste vom Koblen-führenden Kalk bis zu den Tertiär-Ablagerungen umschließt (Naturgeschichte des Erzkörper, I. 276.) In meinem Werke über die Schweizer Alpen (1834) — so fährt Studer fort — wies ich zwischen dem Thuner und Genfer See drei mergelige, schieferige Zonen nach, bestehend aus fast identischen Gesteinen und die nämlichen Fucoiden enthaltend; indeß erachtete ich den Parallelismus nicht für augenfällig. Um jedes voreilige Urtheil zu vermeiden, belegte ich jene drei Zonen mit besonderen Namen. Für das Gebiet, welches die befragte Kette zusammensetzt und die Portlander Kette der Spielgärten zu unterteufen scheint, wurde der Ausdruck Schiefer und Sandstein des Riesens gewählt, die Benennung Gfysch für das oberhalb jener Kette auftretende Gebiet des Simmenthales beibehalten, der Name Gurnigel-Sandstein aber dem über dem Kalk von Châtel seinen Sitz habenden Gebilde beigelegt. Im Herbst 1833 unternahm ich, in Gemeinschaft mit Escher, eine Wanderung in die Berge von Entlibuch (der darüber erstattete Bericht findet sich im Jahrb. f. Min. 1834). Dort zeigt sich ein mächtiges Gebiet von mergeligen Schieferen und von Fucoiden-Sandsteinen, in nichts verschieden von dem Gfysch-Gebilde des Simmenthales, die Nummuliten-Formation der Kreide-Kette des Niederhornes, des Schratzen und Pilatus bedeckend. Von diesem Zeitpunkte an begann die Verwirrung, welche bis dahin der alpinischen Schweizer-Geologie fremd geblieben war, auch in den Mittheilungen vorläufiger Forscher einzureißen. Escher beschränkte in geologisch bestimmtem Sinne die Anwendung des Wortes Gfysch, indem er nur das schieferige, sandige, Fucoiden-führende Gebiet damit belegte, welches in den Alpen und Apenninen die Nummuliten-Formation überlagert. Ich fügte die Nothwendigkeit, einen petrographischen Namen zu wählen, um die Gesamtheit schieferiger und sandiger Gesteine zu bezeichnen, welche in den Alpen zwischen den verschiedenen Kalk-Ketten und den Gneiß- und Protogyn-Massen sich ausdehnen, und deren geologische Stellung ungewis bleibt, weil die darin vorhandenen Petrefacten nicht zureichen, um deren Alter zu bestimmen. Da ich das Gebilde über den Nummuliten fand, von Pareto und anderen italienischen Geologen unter der Benennung Macigno und Albereze beschrieben, so schlug ich den Ausdruck:

sie jedoch in engster Verbindung stehen. Es wurde bereits bemerkt, wie in Savoyen der einzige Uebergang der Kreide nach oben auf einem allmählichen Wechsel in der Farbe und Structur der Gesteine, vom weißen Kalkstein mit Inoceramen in die braunen, sandigen, nummulitischen Gebilde beruht, und nur ein einziger, Nummuliten-führender Streifen erscheint; bei Seewen läßt sich ein deutlicher Uebergang von den obersten Schichten des Inoceramen-Kalksteines in die nummulitischen Gebilde beobachten. Bei Einsiedeln hingegen nimmt die Mächtigkeit der unteren Abtheilung der nummulitischen Gruppe bedeutend zu, und wir werden später sehen, wie dieß im Kanton Appenzell und in den bayerischen Alpen noch mehr der Fall ist.

Der Schwendberg westlich von Einsiedeln besteht aus mächtigen Pfeilern südlich einfallenden harten, braunen nummulitischen Kalksteines. Den tiefsten Theil bildet grünlicher Kalkstein, nur Nummuliten finden sich, zumal *N. millicaput* (*Boubée*), dann folgen graulichblaue Schichten mit anderen Nummuliten, ferner beträchtliche Bänke von Mergel und Sand (Glysch), endlich rothe und graue Nummuliten-Kalksteine. Von der Sohle bis zu dem Gipfel der nummulitischen Gruppe der Reihe zeigen sich Zwischen-Schichten mit Charakteren des Glysch. Die ganze, darüber befindliche Masse wurde allein so von den Schweizer-Geologen benannt.

Steigt man das kleine Sihl-Thal von Einsiedeln hinan, so bemerkt man noch besser die nämlichen Verhältnisse; östlich vom Dorfe Groß sind die nummulitischen Kalksteine und die Glyschmassen deutlich aufgeschlossen, gegen Süd-Süd-Ost einfallend. Am Sattelberg östlich von diesem Thal, treten am Gehänge drei oder vier Streifen nummulitischer Gebilde auf, gegen Süd-Süd-Ost einfallend, getrennt und bedeckt von sehr mächtigen Glysch-Bänken, d. h. von Sandstein, Kalkstein und Schiefer. Die untersten sichtbaren nummulitischen Kalksteine sind dunkelgrau, röthlich und grünlich; es kommen in ihnen die großen Echiniden von Kreßenberg, nebst Ostreen, kleinen Nummuliten und großen Orbitoliten vor. Hierauf folgt eine große Masse von Schiefer und Sandstein, dann eine zweite Lage nummulitischen Kalksteines und eine andere Glysch-Bank, und endlich ein dritter Kalksteinstreifen. Derselbe erinnerte mich unwillkürlich an die grobkörnigen nummu-

alpinischer Macigno für die Gebilde vor, die Gisher Glysch nannte, während der letztere Namen von ihm aufbewahrt wurde, um in retrographischer Rücksicht Gelsarten-Systeme zu bezeichnen, dem wahren Macigno sehr ähnlich, deren Alter und geologische Stellung sehr unentschieden blieb. Die letztere Nomenclatur behielt ich in allen Mittheilungen seit dem Jahre 1840 bei, während ich in der Abhandlung über die Luzerner Alpen (*Mémoires de la soc. géol.* 1838) die Gisher'sche Benennungs-Weise befolgt hatte. Es kann Glysch jeden Alters geben, aber möge man den Ausdruck vermeiden für alle Gruppen, deren geologische Stellung, nach fossilen Resten und nach Lagerungsverhältnissen, eine entschiedene ist, und wenn es gelingt, für sämtliche alpinische Gruppen dieses Ziel zu erreichen, so muß endlich der Name Glysch aus der geologischen Nomenclatur verschwinden.

Ann. des Bearb.

litischen Kalksteine und an die sogenannten „Flysch-Kalksteine“ in anderen Theilen der Alpen. Waren es doch ganz die nämlichen dünngeschichteten, dunkelgrauen, sandigen Kalksteine, hie und da Grünerde-Körner enthaltend; der einzige Unterschied ist, daß der Flysch keine Nummuliten und solche fossile Reste führte, welche den andern bezeichnen. Diese Schichten, von mächtigen Lagen grauen Kalksteins bedeckt, gehen nach oben durch Schiefer in glimmerige, graue Sandsteine und dann in eine ganze Ablagerung des sogenannten Flysch über. Eine ähnliche, nicht minder lehrreiche Reihenfolge kann man unmittelbar oberhalb des Dorfes Groß, auf der Westseite des Thales sehen.

Die charakteristischen Petrefacten der nummulitischen Schichten in dieser Gegend sind: *Nummulites planospira* (Boub.) oder *assilinoïdes* (Rutt.); *N. milicaput* oder *polygyrata* (Desh.); *N. Biaritzana* (Arch.) oder *regularis* (Rutt.); *Operculina* (wohl eine neue Art); *Orbitolites discus* und *O. parmula*; *Pecten*, *Ostrea*, einige wenige *Univalven*, hie und da der große *Conoclypus conoideus* und andere *Echinodermen*, welche die Ablagerungen von Kreßberg, Sonthofen und an anderen Orten in Bayern charakterisiren. Sämmtliche Felsmassen dieser Gegend zeigen ein umgekehrtes Fallen, denn die Molasse und Nagelsflue von Einsiedeln, die östliche Verlängerung des Rigi und Roßberg, fallen nach Süd-Süd-Ost ein und scheinen gänzlich bedeckt von ihren älteren Nachbarn, dem nummulitischen Kalkstein und dem Flysch; letztere Formation hat solche Umstürzungen erfahren, daß deren jüngere Glieder unter den secundären Gesteinen einfallen. Auf solche Weise tritt der älteste Theil der nummulitischen Gruppe mit tertiären Conglomeraten in Berührung, welche — wie später dargethan werden soll — die obersten Bänke einer bedeutenden Reihe ausmachen, in denen Meeres-Muscheln, noch lebenden Arten angehörig, gefunden werden.

Nummulitische Gesteine und Fisch-Schiefer von Glarus.

Nummulitische Gebilde erscheinen an vielen Stellen in zertrümmerten Mulden im ganzen Kanton Schwyz; verfolgt man sie aber in den Kanton Glarus, so zeigen die mit ihnen verbundenen oder vielmehr die sie bedeckenden Schichten besondere petrefactologische Merkmale. Allerdings enthalten die Flysch-Gebilde oberhalb der Nummuliten-Bänke, namentlich gewisse dunkle Schiefer und Mergel in Savoyen und in andern Theilen der Schweiz, Zähne und Gräten von Fischen. In Glarus hingegen, und besonders bei Engi in dem Sernf- oder Sernst-Thal, wo die schwarzen Schiefer eine weit größere Härte besitzen, werden dieselben in Menge durch Steinbruchbau gewonnen und sind jedem Sammler wegen der zahlreichen Fisch-Reste, die sie umschließen, wohl bekannt. Bei näherer Untersuchung bemerkte ich gar keinen

schieferigen Durchgang; die sogenannten Schiefer sind nichts anderes, als plattenförmige Kalksteine mit wenigen diagonalen Adern von weißem Kalkspath. Sie fallen unter einem Winkel von ungefähr 30° bis 40° nach Ost-Süd-Ost abwärts von dem Rücken, der aus dem ältesten Gestein in der Gegend besteht, welches gewöhnlich als Sernf-Conglomerat bezeichnet wird. In einem Orte auf der westlichen Seite des Thales, wo ein Steinbruch im Fisch-Schiefer angelegt ist, kann man auch nicht die geringsten Beziehungen zu den nummulitischen Gebilden wahrnehmen; die nämlichen Kalk-Platten mit weißen Adern, offenbar nur eine der vielen Abänderungen des Fisch, können das Sernf-Thal hinauf bis zu einer Höhe von 1000 Fuß und noch weiter verfolgt werden; östlich von Elm treten sie oberhalb mächtiger Bänke von Nummuliten-Kalkstein auf. Escher von der Linth und ich überzeugten uns beide von dieser Thatsache, als wir von Elm aus durch das in beträchtlicher Höhe gelegene Martins-Loch hinaufstiegen. Wenn später von den ungeheueren Windungen und Umstürzungen der Gesteine in den Alpen die Rede ist, soll uns diese merkwürdige Gegend noch mehr beschäftigen; ob die Gebilde in Masse umgestürzt wurden, ob nicht, hat mit der gegenwärtigen Frage nichts zu thun: denn die plattenförmigen Kalksteine, identisch mit den Fisch-Schiefern von Glarus, von welchen sie nur eine Verlängerung sind, liegen deutlich zwischen zwei Schichten von Nummuliten-Kalkstein; in der unteren fand ich Nummulites millicaput, in der andern einen kleinen Nummuliten mit anderen Petrefacten jener Gruppe, die gewöhnlich oberhalb der Kreide-Gebilde erscheint.

Den Schiefern von Glarus schrieb man früher, ihren petrographischen Charakteren gemäß, ein hohes Alter zu; die Ueberraschung der meisten Geologen war daher keine geringe, als in dem Werke von Agassiz die, in den Schiefern von Glarus vorkommenden, Fische als der Kreide angehörig betrachtet wurden. Ich gehe nun noch weiter und behaupte, daß sie ihrem geologischen Auftreten und ihrer Verbindung mit nummulitischen Gebilden zufolge, als eocen angesehen werden müssen, und wohl nicht älter sind, als die tiefste Abtheilung des London-Thones. Die Fisch-Reste von Glarus widersprechen, nach näherer Untersuchung, solchen Schlüssen keineswegs; sie unterstützen sie vielmehr. Allerdings sind Palaeorhynchum, Acanus, Podocys u. s. w. ausgestorbene Geschlechter, aber auch eigenthümlich und den Kreide-Ablagerungen gänzlich fremd, während Fistularia, Vomer, Osmerus und Clupaea*) bis jetzt noch in keiner sekundären Ablagerung gefunden wurden und nur lebenden Geschlechtern angehören. Selbst wenn die geolo-

*) Vergl. Agassiz, Poissons fossiles, tom. I, pag. XXXIII, wo zweieundvierzig Fische aufgezählt sind.

gischen Verhältnisse nicht dafür sprächen, sollte man die Gebilde von Glarus auf die Bestimmungen von Agassiz hin (er wies Fische aus den Familien der Stinten und Häringe nach) für tertiär halten, indem ihre Fauna so deutlich eine Annäherung zu der jetzigen Ordnung der Dinge zu erkennen gibt. Außerdem können noch als gewichtige Beweise für unsere Schlüsse die in den Schiefen oder Kalkplatten enthaltenen fossilen Reste von einem Vogel, *Protornis Glariensis* (*H. v. Meyer*) und von einer Schildkröte, *Chelonia Knorrii* (*H. v. Meyer*) gelten. Ich sehe demnach keinen Grund, weshalb man die Fische-führenden Gebilde von Glarus nicht eben so gut für tertiär halten kann, wie die schwarzen, kohligen Kalksteine und Schiefer und Gyps der Diablerets.

Nummuliten und Gyps-Gebilde von Graubünden.

Studer hat schon gezeigt, daß beträchtliche Ablagerungen des Gyps in Graubünden in krystallinische, Gneiß-artige Gebilde verwandelt wurden. Indes, welche Unregelmäßigkeiten auch in der Lagerung der Gesteine in dem Inneren des Kantons wahrnehmbar sind, in wie hohem Grad sie metamorphosirt wurden: sie entwickeln sich in aller Regelmäßigkeit zwischen dem Rhein-Thal und den Bädern von Pfeffers. In der Tamina-Schlucht, südlich von den Bädern, kann man ein lehrreiches Profil sehen: Oxford-, Neocomien- und obere Kreide-Gebilde, letztere von nummulitischen Gesteinen bedeckt. Die Bäder liegen inmitten mächtiger Gyps-Massen, zwischen denen einzelne Nummuliten-Schichten auftreten, wie Escher und ich bemerkten. Auch erscheinen viele jener plattenförmigen Kalksteine, in ihren petrographischen Charakteren den sogenannten Schiefen von Glarus völlig identisch, und wenn man auch in ihnen noch keine vollständige Fisch-Neste aufgefunden hat, so kommen doch Zähne hie und da vor.

Ablagerungen von Kreide und nummulitischen Gebilden nördlich vom Wallenstadter See und am hohen Sentis in Appenzell.

In der Schlucht der Tamina und bei den Bädern von Pfeffers sind Profile von Kreide-Massen, von nummulitischen Kalksteinen und von Gyps wahrzunehmen. Noch weit deutlicher treten solche auf unsern der Plateau's am nördlichen Gestade des See's von Wallenstadt, *) in den Umgebungen des hohen Sentis und in den anderen erhabenen Regionen von Appenzell, welche neuerdings durch die trefflichen Schilderungen Escher's

*) L. v. Buch versicherte mir — als wir im verflossenen Herbst in Tyrol zusammentrafen, — daß nirgends die Verhältnisse der Gyps- und Nummuliten-Massen zu den Kreide-Ablagerungen so deutlich erkennbar seyen, wie hier.

von der Linth geologische Berühmtheit erlangt haben. Wir sehen hier nicht allein den Uebergang von den Jura-Kalksteinen durch den Neocomien zu den Kreide-Gebilden, den Inoceramen-Kalkstein inbegriffen, wir haben auch eine vollkommene Entwicklung der nummulitischen Gesteine und des Flysch vor uns. Nach allen den wichtigen Mittheilungen, die wir Escher, sowohl über die merkwürdigen Störungen, als über die regelmäßige Folge der Schichten am Plateau von Wildhaus und am hohen Sentis verdanken, sey es mir nur gestattet, einen Nachtrag zu liefern durch Erwähnung eines Streifens zwischen den Inoceramen- und nummulitischen Kalksteinen. Ich lege demselben keine geringe Bedeutung bei, indem ich in ihm den wahren lithologischen Uebergang aus dem Kreide-System zu der darüber befindlichen Gruppe erkenne. Ich redete ihm auch zu, mit mir die nummulitischen und Flysch-Gebilde als untere tertiäre zu betrachten, und solche nicht länger dem Kreide-System einzuverleiben. *)

Auf dem Wege von Mels bei Sargans nach Wallenstadt und Wesen ist, unfern Mels, ein belehrendes Profil von Sernf-Conglomerat an dem ältesten Gebilde in der Gegend zu sehen. Dieß Gebilde, welches zum Theil als ein rother, grüngelbter Schiefer, zum Theil als ein Sandstein erscheint, geht in ein Conglomerat über, welches Quarz-Bröcken in talkiger Grundmasse umschließt, nach Norden einfällt und von den Kalkstein-Bänken bedeckt wird, welche die „Kuhfirten“ = genannten Gipfel zusammensetzen. Dort werden der untere Jura und das Oxford-Gebilde von den drei oben genannten Gliedern der Kreide-Gruppe bedeckt, nämlich von Neocomien, von Gault oder oberem Grünsand und vom Inoceramen- oder Seewer-Kalkstein. Eine ähnliche Reihenfolge ist am nördlichen Ufer des Wallenstadter See's zu beobachten. Noch viel weiter nördlich in der Höhe befindet sich die Mulde von Wildhaus; hier bedeckt nummulitischer Kalkstein und Flysch den Inoceramen-Kalkstein. Die beiden erstgenannten Ablagerungen erheben sich muldenförmig nördlich von Wildhaus mit umgekehrtem oder südlichem Fallen, und ruhen alsdann gleichförmig auf Inoceramen-Kalkstein, auf welchen Gault und Neocomien-Kalkstein folgen; letzterer bildet die Gipfel des Sentis. Es verdient diese Berg-Gruppe, deren höchste Punkte wohl 8000 engl. Fuß über das Meer emporsteigen, welche gleichsam ein Vorgebirge der Alpen

*) In der tabellarischen Uebersicht, welche die „Gebirgskunde“ von Heer begleitet, gibt Escher den verschiedenen Gliedern der Kreide-Gruppe (in ansteigender Ordnung) folgende Benennungen: 1. Spatangus-Kalk (Studer) oder oberer Neocomien. 2. Schrattenkalk oder oberer Neocomien. 3. Turriliten-Etage oder Gault. 4. Seewerkalk oder Kreide. 5. Nummuliten-Etage. 6. Flysch und Dachschiefer von Plattenberg.

bilden, in geologischer Beziehung besondere Beachtung, da man selten sämtliche Kreide-Massen vom unteren Neocomien an bis zum Inoceramen-Kalkstein entwickelt sehen kann, wie dieß zumal an dem „alter Mann“ genannten Gipfel der Fall ist.

Ich werde später auf diesen Gegenstand zurückkommen, wenn von den mächtigen Biegungen und Bindungen des Gebirges die Rede, wobei die tertiäre Nagelslue unter die Massen secundärer Kalksteine gestürzt wurde. Hier nur die Bemerkung, daß am nördlichen Gehänge des Ramor — einem nordöstlichen Vorgebirge der Gruppe — sowie am Fä h n e r n - Gebirge, nördlich vom Ramor, sich deutliche Profile bieten, welche die über der Kreide liegenden Gesteine zeigen. Die letzte Kuppe von Seewerkalkstein des hohen Sentis, in einem niedrigen Rücken nach N.O. vom Weisbad verlängert, bildet eine das Dörfchen Eggerstannen überhangende Felsmasse, von wo sie, als dünngeschichtete Scaglia, stark gegen S.O. einfällt und alsbald von glimmerigem Schiefer und unreinem blaulichem Kalkstein bedeckt wird. Dies Gestein, an eine schon beschriebene Abänderung des Flysch erinnernd, geht in sandige, Grünerde-Körnchen enthaltende Mergel über, und in dunkelfarbige Schiefer, in welchen verschiedene Arten von Gryphaea, zumal *G. vesicularis*, vorkommen. Die nächste Schichte besteht aus einem sandigen Kalkstein mit Nummuliten und Orbitoliten. So weit kann man das Profil in dem Hohlwege, der nach Eggerstannen hinabführt, sehen. Gegen das Fä h n e r n - Gebirge hinauf, an dessen westlicher Seite gegen den Gipfel hin, kommt man über beträchtliche Massen von Schiefer und Sandstein (oder Flysch) und dann zu einem Streifen von Nummuliten-Kalkstein, der sich bis nach Schwarzenegg hinzieht. Es ist ein Grünerde-Körner-haltiger, sandiger Kalkstein, der unter den Hammerschlägen eine grasgrüne Farbe erlangt. Es finden sich in demselben Nummulites globulus, *N. globosa* und *N. millecaput* (*Boubée*), nebst Orbitoliten, einigen Arten von Pecten und den gewöhnlichen Petrefacten der Gruppe.

Mit der Entfernung von der Hebung=Are nimmt die Neigung der Schichten ab, und die Nummuliten-Bänke gehen allmählig in andere Flysch-Gebilde über, in denen jedoch keine thierischen Reste zu sehen sind, und endigen am Gipfel mit hellfarbigem, plattenförmigem Kalkstein, auf dessen Schichtungs-Klüften man zahlreiche Abdrücke von Fucoiden bemerkt, worunter mindestens drei Arten, *F. Targioni*, *F. intricatus*, und eine neue Art, von Brunner *F. Helveticus* benannt. *)

Hinsichtlich der Fucoiden bemerke ich hier ausdrücklich, daß sie allenthalben in den Savoyer und Schweizer Alpen, und wohl längs des ganzen nördlichen

*) Brunner hat gezeigt, daß *Fucus Briantous* von Briancon am Gehänge der Mailänder Alpen identisch ist mit einer Art, die im Gurnigel-Sandstein oder Flysch bei Bern vorkommt.

Gehänges in einer Zone oberhalb der Hauptmassen des Nummuliten-Kalksteins sich finden. Indeß sind die Schichten, welche sie enthalten, so innig mit den unteren Gliedern der Gruppe verbunden (Störungen sind mir hier, einige Sprünge ausgenommen, keine bekannt), daß ich glauben muß, sie bilden eine Formation mit den Nummuliten-Gesteinen, auf denen sie ruhen.

Nummuliten-Gesteine und Gyps von Vorarlberg und vom Allgäu.

Nach meinen Untersuchungen am nordöstlichen Ende der Schweiz schien mir eine Wanderung durch das Rheinthal unfern Bregenz geeignet; ich wollte die Ablagerungen in jenen Gegenden noch einmal sehen, die Sedgwick und ich vor einigen Jahren geschildert hatten. Nachdem ich die geologischen Verhältnisse in der Schweiz und in Savoyen kennen gelernt, wurde es mir klar, daß unsere frühere Classification der nummulitischen Gebilde und des Gyps bei Dornbirn (Dornbüren, Dombirn) in Tyrol, von Sonthofen in Baiern und an vielen Orten in Oesterreich in ihren Beziehungen zum Kreide-System und zum Grünsand bedeutende Aenderungen bedurfte.

Wir bemerkten damals ganz richtig, daß die Nummuliten-Schichten unfern Dornbirn auf dem rechten Rheinufer südwärts unter den großen Kalkmassen von Staufen einfallen. Bei meinem Besuche, begleitet von Brunner, beobachtete ich dunkelgraue, weißgeaderte Kalksteine und Schiefer (Gyps), bedeckt von anderm Schiefer und sandigem Kalkstein, der in ein graues Gestein übergeht; dann folgen nochmals Schiefer-Schichten mit dünnen Gyps-Streifen. In dem unteren Kalkstein finden sich kleine Pecten-Arten, große Ostreen, Terebrateln, Echiniten und viele Nummuliten. Die höhere Abtheilung wird durch Orbitolites discus und Nummulites globosa charakterisirt. In der unteren Masse ist das eisenreiche Lager, das man früher abbaute, ungemein reich an Nummulina planospira oder assilinoïdes und N. placentula (Desh.). Es sind dies genau die nämlichen Petrefacten, wie sie am Föhnern-Berge vorkommen; das Verbundenseyn des Eisens mit den Nummuliten macht es klar, daß dasselbe nur eine westliche Verlängerung der bedeutenden Eisenerz-Lagerstätte von Sonthofen in Baiern ist. Die nummulitischen und Gyps-Gebilde scheinen unter secundärem Kalkstein einzufallen. Der Mauer-artige Abhang des Breitenberg besteht fast gänzlich aus Neocomien-Kalkstein; auf dem Wege, den wir nicht ohne Schwierigkeiten durch die dichten Waldungen hinanstiegen, fanden wir Spatangus retusus aus dem unteren Gliede der Formation.

Gruben von Sonthofen und der Gräben in Baiern.

Die deutliche und symmetrische Reihenfolge, welche am Gehänge des Föhnern und in den Umgebungen des Sentis zu sehen ist, und längs der großen Verwerfungs-Linie bei Dornbirn unfern Bregenz verschwindet, erscheint aufs

neue sehr lehrreich an dem zwischen Immenstadt und Sonthofen in Baiern gelegenen Berge Grünt en. In unserer schon mehrerwähnten Abhandlung *) hatten Sedgwick und ich bereits diesen Berg betreffende Profile mitgetheilt; allein sie waren mangelhaft, da es an einem scharfen Horizont in den oberen und unteren Schichten fehlte. Allerdings entdeckten wir damals auch Grünsand- und unzweifelhafte, englische Kreide-Petrefacten, und erklärten demnach den höheren Theil der Ablagerung für Scaglia oder ein Aequivalent der Kreide. Aber der Uebergang aufwärts von den Repräsentanten des Gault und oberen Grünsands in die Versteinerungen-führenden Kalksteine — die wir jetzt als Neocomien oder unteren Grünsand kennen, wurde damals gänzlich außer Acht gelassen, denn — wie schon bemerkt — Neocomien-Petrefacten kannte man damals noch nicht, und hielt die Gesteine für jurassisch. Ebenso war der Uebergang aus dem Aequivalent der Kreide in den Nummuliten-Sandstein und dann in den Flysch nur unvollkommen beschrieben. Mit kurzen Worten, als ich nach einem Zwischenraum von achtzehn Jahren nach Sonthofen und an den Grünt en zurückkehrte, und zwar unmittelbar aus den Schweizer und Savoyer Alpen, sah ich die dortigen Gesteine mit ganz andern Augen an wie damals, wo mir als das einzige alpinische Gebilde die oft umgestürzten Gesteine am nördlichen Gehänge der österreichischen Alpen galten. Uebrigens erklärten Sedgwick und ich, als vom Flysch mit Fucoiden im Thal von Sonthofen die Rede war, unsere Classification nur für einen Vorschlag, überzeugt, daß dereinst eine genauere Bekanntschaft mit der fossilen Fauna der Alpen dem Geologen auch eine bessere Eintheilung gestatten werde. Das rasche Fortschreiten der Wissenschaft, das Studium der „Leitmuscheln“ in den verschiedensten Regionen des Gebirges, setzen mich jetzt in den Stand, einen ausführlicheren und genaueren Bericht zu erstatten und — wie ich hoffe — den Uebergang aus der Kreide in die nummulitischen Gebilde aufs Deutlichste zu beweisen.

Der merkwürdige, Grünt en genannte Kalkberg (5923 franz. F. hoch), der kühn zwischen Immenstadt und Sonthofen emporsteigt und daselbst die östliche Seite des Iller-Thales bildet, erstreckt sich von N.O. nach S.W. Diese Richtung, quer zu dem Hauptstreichen des Gebirges von W.N.W. nach O.N.O. ist mit mancherlei Störungen verbunden, welche die Gegend heimsuchten. Gegen Norden fällt der Berg unter einer Masse tertiärer Molasse ein, gegen S.O. wird er in verschiedene Grate getheilt, deren steile Wände einen seltsamen Parallelismus zu dem Hauptrücken zeigen, während nach S.W., oder gegen Sonthofen und das obere Iller-Thal zahlreiche Kuppen erscheinen, die eine Schichten-Folge erkennen lassen. Das vorwaltende Einfallen der Schichten ist südöstlich und südwestlich. Das beste und belehrendste Profil findet sich von der Höhe bei Kettenberg im N.O. an bis zu der Ebene von Sont-

*) Trans. of the Geol. Soc. vol. III, 2d ser. p. 325, pl. 36.

h o f e n unweit B u r g b e r g im S.W. Bei näherer Untersuchung bemerkt man, wie die Schichten sich gegen S.W. rund um den Gebirgskern mantelförmig anlegen; es erhellt hieraus, daß nach S. oder W. der Profil-Linie ggzogene Linien ähnliche Schichten-Folgen zeigen. So sind auch z. B. an der südöstlichen Seite des Grüntes verticale Kalksteinwände entblößt, die abwärts nach dem Starzlach-Thal an Höhe abnehmen, und genau die nämliche Schichtenreihe erkennen lassen, wie jene Felsmassen, die sich unter niedrigeren Winkeln gegen B u r g b e r g und S o n t h o f e n biegen. Die tiefsten Gesteine, die an den Gehängen im N. und N.O. vom Grünten zu Tag treten, sind schieferige, dunkle, dünn-geschichtete Kalksteine, wenig Eisen und hie und da Feuersteine enthaltend, zu wiederholten Malen mit dunklem Schiefer abwechselnd. Manche der Schichten sind so reich an Chlorit, daß sie, gleich zwei andern Zonen höher in der Reihe, unter den Hammerschlägen sich grün färben, obschon sie in kurzer Entfernung als graue kalkige Sandsteine oder unreine, mit Schiefeln wechsellagernde Kalksteine erscheinen. Einen Ammoniten ausgenommen, konnten B r u n n e r und ich nichts von Versteinerungen auffinden. Indeß bleibt kein Zweifel, daß wir es hier mit dem unteren Neocomien der Schweizer Geologen zu thun haben, dem er auch in petrographischer Beziehung gleicht, und wie dieser nach oben in oberen, weißen Neocomien-Kalkstein übergeht. Letzteres Gestein, welches, wie schon bemerkt wurde, ein so scharf charakterisirtes Glied auf weite Strecken hin in den äußeren Kalk-Regionen der Alpen bildet, zeigt sich hier, wie allenthalben, als ein dick-geschichteter lichtgrauer Kalkstein, der gegen den Tag zu durch Verwitterung eine weiße Farbe erlangt; die Oberfläche ist mit unzähligen weißen Linien bedeckt, und hie und da erkennt man Durchschnitte oder Abdrücke von Petrefacten, zumal von *Caprotina ammonia*. Diese äußeren, Versteinerungen-führenden Parthieen der Felsart sind gewöhnlich die härtesten, oft zu Quarz-Masse umgewandelt. Kalkspath-Adern durchziehen nicht selten die Schichten. Der weiße oder obere Neocomien-Kalkstein setzt den höchsten Punkt des zweigipfeligen Grüntes zusammen, einen engen, zertrümmerten Kalkstein-Wall, der von N.O. nach S.W. streicht, und dessen Schichten stark nach S.W. einfallen. Es ergibt sich hieraus, daß wenn man die Spitze des Kammes von diesen Kalkstein-Gipfeln verfolgt nach einem anderen Punkte, h o h e W a n d genannt, wo ein Kreuz errichtet ist und sich die am höchsten gelegene Wohnung befindet, die G u n d a l p - H ü t t e, man von den Neocomien zu den oben beschriebenen, darüber liegenden Formationen kommt. Das unmittelbar auf dem Neocomien-Kalkstein ruhende Gebilde ist ein bald lichtgrauer, bald brauner oder weißer quarziger Sandstein. Ich beobachtete diese Felsart noch an anderen Punkten, am Gehänge und auf dem Gipfel des Berges, und zwar stets an der nämlichen Stelle, d. h. den oberen sg. Neocomien-Kalkstein der Alpen bedeckend. Auf ihm lagert allenthalben von einem dunkelgrünen, schieferigen Sandstein, der Petre-

facten des oberen Grünsand oder Gault enthält, und dürfte wohl als Repräsentant der oberen Abtheilung unseres unteren englischen Grünsand anzusehen seyn, an den er sehr erinnert. Auch könnte man ihn mit dem sächsischen Quadersandstein vergleichen, nur daß er viel quarziger ist. Welches aber auch das Gestein sein mag — denn Petrefacten konnten wir keine auffinden — über die darüber liegenden Schichten dunkeln Schiefers und grünen Sandsteines kann kein Zweifel herrschen, daß sie — obwohl von geringer, selten über 50 Fuß Mächtigkeit — der nämliche, bezeichnende Horizont sind, wie in der Schweiz und in Savoyen — der so oft erwähnte Streifen, welcher den Gault und oberen Grünsand vertritt. Wir fanden Ammoniten, darunter *A. Mantelli* (Sow.), *Turritiles* und den kleinen *Inoceramus concentricus* (Sow.).

Auch seitlich vom Grünten, gegen das Dorf Wangerich, kommen Petrefacten vor, noch andere an der Außenseite der großen, domartig gestalteten Masse, wo in den Hohlwegen östlich von Burgberg dunkelgrüne Sandstein-Bänke in dünne Streifen eines harten, mit Chlorit imprägnirten Kalksteins übergehen, einer „craie chloritée.“ Am Grünten wird ein beträchtlicher Steinbruchbau im Grünsandstein betrieben, der sich für solche Zwecke sehr eignet. Der Inoceramen-Kalkstein mit seiner chloritischen Basis bildet eine mächtige Ablagerung über dem Grünsandstein oder Gault und setzt hier gegen W. und S.W. die äußere Zone des Berges zusammen. Er ist schön aufgeschlossen unter der Schlucht Wust (?) genannt, oberhalb der Gundalpy-Hütte, von wo er bis zu dem Gipfel, der hohen Wand, emporsteigt, wo das Kreuz auf ihm steht und in geringer Entfernung seine Verbindung mit der unteren Zone grünen Sandsteins wahrzunehmen ist. Er besitzt zum Theil die Farbe des Seewerkalkes, d. h. eine lichtgraue oder grüne; aber zwischen der Gundalpy-Hütte und der hohen Wand geht er allmählig in Kalkstein über, so roth wie die Scaglia in Italien oder am Mythen unfern Schwyz. In ihm kommen zahlreiche, oft noch wohl erhaltene, große Muscheln, namentlich Inoceramen vor. Das Gebilde vom Grünten, welches so deutlich die Stelle der Kreide im nördlichen Europa, und der Scaglia im nördlichen Italien einnimmt, erlangt eine beträchtliche Mächtigkeit, oft mehrere hundert Fuß. *)

*) Viele der sogenannten „Sonthofer Petrefacten“ werden durch den Bergmeister und Andere in dem Bette eines breiten Baches gesammelt. Weil die, diesem zufließenden Wasser die verschiedensten Kreide- und Nummuliten-Schichten durchschneiden, so wurden Sedgwick und ich früher bei Besichtigung solcher Sammlungen auf den Glauben geleitet, daß Nummuliten in den nämlichen Schichten zugleich mit Ammoniten, Belemniten und kleinen Inoceramen vorkämen, indem die grünen Sandsteine ober- und unterhalb des Aequivalents der Kreide einander sehr gleichen. Meine letzte Anwesenheit, sowie Untersuchungen in den Alpen haben mich überzeugt, daß keine Nummuliten unterhalb der Oberfläche des Inoceramen-Kalksteins vorkommen.

Der Inoceramen-Kalkstein ist am meisten um jene domartig gestalteten Massen entblößt, deren Außenseite stark in die tiefen Schluchten n.ö. und ö. vom Burgberg einfällt. Dort entdeckten wir auch einen dünnen Streifen dunkelgrauen, fettigen Mergels, und in demselben einen Inoceramus. Der Streifen wird unmittelbar von mergeligem und glimmerigem, sehr losem Sandstein bedeckt, der hier stark entblößt ist, namentlich bei Burgberg in einer Boden-Vertiefung zwischen dem Grünten einerseits und den unteren nummulitischen Massen andererseits. Den Wust genannten hohlen Raum zwischen der äußeren Seite jeder Schichte, auf die der Ausdruck Kreide mit Recht angewendet werden kann, und der untersten Schichte nummulitischen Kalksteins, nimmt, als Tiefstes, ein Streifen glimmerigen sandigen Schiefers ein, auf welchen grünlicher Sandstein, unreiner grauer Kalkstein und dunkelgrauer Schiefer folgen. Diese Schichten, zumal der sandige unreine Kalkstein, enthalten die nämliche *Gryphaea vesicularis*, die auch zwischen dem Inoceramen-Kalkstein und den nummulitischen Gesteinen am Föhnern in Appenzell erscheinen. Hier besitzt jedoch die Mittelschichte (aus grünem Sandstein, Schiefer und Kalkstein bestehend) eine größere Ausdehnung. Verfolgt man das Profil, in regelmäßiger, ansteigender Reihe von der Hauptmasse über die Gipfel der Gundalpe, durch den Wust zu den nummulitischen Rücken von Burgberg, so erscheint die Zwischenbildung vollkommen gleichförmig mit dem unter ihr befindlichen Inoceramen-Kalkstein und den untersten, auf ihr ruhenden nummulitischen Gesteinen. Eben so gleichförmig erscheint sie, zieht man ein anderes Profil unter rechtem Winkel zu dem eben erwähnten vom Grünten zu dem Starzlach-Thal, etwas südlich von den Erzgruben, wo ein kleiner Bach vom Berg herabkommt. Hier stehen die Schichten fast auf dem Kopf und nehmen deshalb natürlich einen kleineren Raum ein. Die nämliche Reihe zeigt sich vom Mittelpunkt zu der Seite, d. h. von dem Neocomien durch den Grün sand zu den Kreideschichten; auch wird dem Beobachter eine Ablagerung blaulichgrauer, glimmeriger Sandsteine und Mergel, begleitet von Grün sand und Kalkstein, nicht entgehen, in welcher wir die nämliche *Gryphaea* entdeckten, deren oben gedacht wurde.

Morris, Archiac und Andere, denen ich, nach England zurückgekehrt, diese Versteinerung vorlegte, halten sie für die *Gryphaea vesicularis*, ein Petrefact der oberen Kreide Englands, das im südlichen Frankreich sehr häufig in der weißen Kreide und in den tiefsten nummulitischen Schichten gefunden wird. Wahrscheinlich war es die nämliche Art, welche Sedgwick und ich bei Mattsee unfern Salzburg sammelten, wo sie in ähnlichen Gebilden, wie am Grünten und am Föhnern getroffen wird, welche Gebilde gleichfalls unterhalb nummulitischer Kalksteine mit Schiniten und Pecten liegen. *) Hätten

*) Siehe Transact. of the Geol. Soc. of Lond., new Ser. III., pag. 349. Die *Gryphaea* von Mattsee wurde von J. Sowerby *G. expansa* genannt. Unglück-

wir damals den fossilen Resten nach geurtheilt, so würden wir diese Zwischen-Bildung mit der Kreide-Gruppe vereint haben, obschon ihre petrographische Beschaffenheit sich mehr dem nummulitischen Grünsand und Flysch nähert, in welche sie auch unmerklich übergeht. Am Jähnern reicht die nämliche Gryphaea durch alle Schichten, bis sie sich mit den Nummuliten vereint, während im Vicentinischen eine andere Art, vielleicht *Gryphaea columba*, nicht allein in Gesteinen auftritt, in denen Nummuliten, sondern eocene Petrefacten gefunden werden. Es charakterisiren diese Gryphiten demnach (zwei oder mehrere Arten) die Uebergangs- und Zwischen-Bildung zwischen den secundären und tertiären Felsmassen in den nördlichen Alpen.

Nummuliten-Gesteine und Flysch.

In den obengenannten Schluchten treten also die erwähnten Schichten mit *Gryphaea* auf, und einige derselben gleichen in hohem Grad dem Flysch. Die Schichten fallen unter 60° bis 70° nach S.O. ein, und gehen allmählig in Bänke eines sehr eisenreichen Kalksteins über, in dem sich Körnchen von Chlorit reichlich vertheilt finden, sowie Myriaden von Nummuliten. Es ist dieß das unterste Glied der wohlbekannten Zonen nummulitischer Eisenerze von Sonthofen; es kommen unter andern vor die große *Nummulina millecaput* und *N. planospira*, die kleinere *N. globosa*, große Echiniten und Krustenthier (Cancer Sonthofiensis), Pecten, Terebratula, *Trochus giganteus* u. s. w. In unserem früheren Aufsatze *) hatten wir bemerkt, daß die Streifen nummulitischer Kalksteine aufeinander unsern Starzlach folgen, und ich füge hier nur noch bei, daß die darüber liegenden Schiefer, Sandsteine und unreinen Kalksteine zum Flysch gerechnet werden müssen, also ganz einfach eine Fortsetzung einer und derselben Schichtenreihe sind, jedoch sich in der oberen Abtheilung reicher an Petrefacten zeigen.

Besondere Aufmerksamkeit verdient noch das Profil südöstlich von Burgberg, oberhalb der Zwischen-Bildung (oder Gryphiten-Zone). Wie auf der Ostseite des Grüntens, sehen wir hier Schiefer und dünne Lagen dunkelfarbigen, weißgeaderten Flysches zwischen dem Grünsand und unreinen Kalkstein mit

licher Weise sind bei Mattsee die wahren Aequivalente der Kreide oder des Inoceramen-Kalksteins nicht zu sehen. Ich bin jetzt fest überzeugt (obwohl ich neuerdings nicht in jener Gegend war), daß die so weit verbreiteten Ablagerungen von Flysch oder Wiener-Sandstein zwischen Mattsee, Mondsee und den Wällen secundärer Kalksteine im Süden der unteren Tertiär-Epoche angehören.

*) N. a. D. S. 332. Die Geschlechter *Pecten*, *Terebratula*, *Spondylus*, *Plicatula*, *Astarte*, *Anomia*, *Isocardia*, *Serpula*, *Cancer Sonthofiensis*, die großen Echiniten finden sich vorzugsweise — die nämliche Gruppe, die in den Schweizer Alpen häufig ist.

Gryphaea einerseits, und der unteren Nummuliten-Zone andererseits. Der Gesteins-Übergang ist hier ein vollkommener, Nummuliten finden sich in Menge, nebst Pecten, Spondylus und anderen Leitmuscheln der Zone, die Schichten zeigen sich gleichfalls eisenreich, bieten aber einige örtliche Eigenthümlichkeiten, nämlich kleine hohle Räume in den grünen, sandigen Kalksteinen. Dann folgen lichtgraue dunkle Schiefer, und eine zweite nummulitische Ablagerung. Sie besteht aus grünem, gelblichem Sandstein, aus sandigem Kalkstein, der allmählig in einen harten, quarzigen Sandstein übergeht, der große Echiniten, Pecten, Terebratula, Nummulites enthält, und ein eigenthümliches Ansehen erlangt durch kleine Chlorit-Blättchen, welche gleichsam den innern Theil mancher Foraminiferen auskleiden. In einer anderen Schlucht treten wieder Schiefer-Lagen auf, über diesen abermals Nummuliten-Kalkstein, reich an Eisenerz, dann folgen nochmals Schiefer und endlich Nummuliten-Kalkstein, gegen 150 Fuß mächtig, dünn geschichtet und sandig, er geht nach oben in quarzigen Kalkstein mit Nummulina millecaput, Orbitolites u. s. w. über. Es wird dieser Kalkstein von anderen Lagen von Schiefer dem Auge entzogen, welche den Ablagerungen angehören, die zu beiden Ufern der Iller erscheinen. Noch ist zu bemerken, daß obschon eine ähnliche ansteigende Schichten-Reihe an den östlichen Hügeln wahrgenommen werden kann, dieselbe auf der Westseite wegen der Zertrümmerungen, Windungen und Umstürzungen nicht ermittelbar ist. Uebrigens bilden alle die Sandsteine, Schiefer und unächten (Bastard-) Kalksteine, welche den Gylsch zu beiden Seiten des Thales zwischen Sonthofen und Schwarzenberg zusammensetzen, Theile der großen Gruppe, deren untere Glieder mit dem nummulitischen Kalkstein in Berührung treten. Die obere und mächtigere Abtheilung der oberhalb der Kreide befindlichen Formation, die nur wenige Petrefacten aufzuweisen hat, wird hauptsächlich durch ihre Fucoiden charakterisirt, nämlich durch Fucoides Targioni und F. intricatus. Nördlich von der Brücke über die Iller, westlich von Sonthofen, erscheint der Gylsch als ein hellfarbiger, grünlich-grauer, glimmeriger Sandstein, mit schwarzen Körnern, in zwei bis vier Fuß mächtigen Schichten, nicht unterscheidbar von den Gebilden, deren später als „Macigno“ der Italiener gedacht werden soll. Eine Bank, gegen zwölf Fuß mächtig, ist ein trefflicher Baustein, und erinnert in hohem Grad an den „Pietra forte“ der Florentiner. Zwischen diesem alpinischen Macigno entdeckte ich einen dünnen Streifen nummulitischen Kalksteines, die oberste Grenze der Nummuliten-Gebilde in jener Gegend, denn in den höheren Gylsch-Massen, die sich vom Volgen gegen Schwarzenberg hin ausdehnen, wurden noch keine fossilen Reste, mit Ausnahme von Fucoiden, gefunden.

Es wird wohl kaum nöthig sein, noch mehr über die Mineral-Charaktere der Gruppe von Sandsteinen, kalkiger Sandsteine, thoniger Schiefer, kal-

figer Schiefer und plattenförmiger Kalksteine zu sagen, welche den Flysch zusammensetzen; nur noch die Bemerkung, daß allenthalben in den Schweizer und bayrischen Alpen, wo die Ordnung erhalten wurde, keine Störungen stattfanden, die Gruppe allmählig und unmerklich in nummulitischen Kalkstein oberhalb des Inoceramen-Kalksteins (Kreide) übergeht. Verbunden mit den nummulitischen Gesteinen (von denen übrigens eine Trennung unpassend) setzen sie eine der bedeutendsten Formationen in den Alpen zusammen, die an Mächtigkeit mit sämtlichen Jurakalksteinen wetteifern kann und in dieser Beziehung den Kreide-Gebilden, auf welchen sie ruht, gleichkommt.

Veränderte Gesteine am Volgen.

Bevor ich das Thal von Sonthofen verlasse, seyen mir noch einige Worte über die Phänomene an dem, Volgen genannten Berg erlaubt. Wir bemerkten in unserem mehrerwähnten Aufsatze, daß beträchtliche krystallinische Felsmassen (die dem Gneiß oder Glimmerschiefer gleichen) im Gebiete der grünen Sandsteine und Zucoiden-Schiefer gangförmig auftreten. Nach den Analogieen, welche ich in Schottland beobachtete, zu urtheilen, glaubte ich damals, daß die krystallinischen Gesteine, die ich für primitive hielt, in konischen Massen durch die darüber liegenden Sandsteine und Schiefer getrieben worden seyen; diese Ansicht schien mir um so richtiger, da auf beiden Seiten des Allerthales die Schichten nicht allein die heftigsten Störungen zeigen, sondern auch zum Theil von eruptiven Gebilden durchdrungen sind und auf der Ostseite des Thales viele Mineralien auf Gängen enthalten. Studer hat eine solche Meinung widerlegt, und behauptet, daß die Massen krystallinischer Gesteine am Volgen fortgeführte Gerölle seyen, die während der Periode der Flysch-Ablagerung in demselben eingeschlossen waren; er führt als Beweis dafür an, das Vorkommen gewisser granitischer Blöcke in dem Thal von Habkern bei Interlaken, und da ein solches Auftreten von Blöcken oder Geröllen für einen englischen Geologen sicherlich neu ist, so sey mir eine Abschweifung von unserem Hauptgegenstand erlaubt, um über Erscheinungen zu reden, die in so enger Verbindung mit der Struktur des Flysch stehen.

In dem Thal von Habkern am nördlichen Gestade des Thuner Sees ist (wie in manchen tief im Gebirge gelegenen Thälern der Schweizer Alpen) der Flysch in eine enge Mulde gepreßt mit zertrümmerten und hochgeneigten Schichten; einzelne Theile derselben gehen zu Tage auf der rechten Seite der hügeligen Straße, die von Habkern nach Interlaken führt. Daß diese Schichten wirklich dem Flysch angehören, ist nicht zu bezweifeln, weil sie am Anfang des Thales den Nummuliten-Kalkstein bedecken, welches Gebilde wieder auf dem Neocomien-Kalkstein der angrenzenden Gebirge ruht. Die Flysch-Gesteine, zum Theil Sandsteine, zum Theil Schiefer, von dem

gewöhnlichen Schiefer und dickgeschichteten, unreinen Kalksteinen begleitet, enthalten einzelne Massen eines granitischen Gebildes, die mit Unterbrechungen in einem Zwischenraum von 150 Schritten erscheinen. Meine Aufmerksamkeit wurde zuerst durch Studer auf diesen Ort geleitet, als ich in seiner, in Merian's und Favre's Gesellschaft denselben besuchte. Es schien mir, als ob die granitischen Concretionen zugleich mit kalkigen Nieren auftreten, sowie daß die Granit-Parthieen mit Schiefen und unreinen Kalksteinen abwechseln. Die größte der Concretionen ist sphäroidisch gestaltet, ungefähr vier Fuß lang und drei Fuß breit, die Außenfläche mehr schieferig, nach Innen in einen Teig mit Feldspath-Krystallen übergehend; das eine Ende des Kernes scheint gleichsam aus kleinen Granit-Fragmenten zusammengesetzt. Ein anderer Streifen besteht aus grünlichem Granit oder aus granitischem Gneiß.

Es war mir schwer, eine Erklärung für die Erscheinungen zu finden, ausgenommen, daß die granitische Masse zugleich mit den sedimentären Sandsteinen und Schiefen, welche sie umgeben, gebildet wurde; die Gestalt derselben schien eine solche Hypothese zu begünstigen. Aber wie sie auch entstanden, entweder auf gleiche Weise wie die sogenannten vulkanischen oder plutonischen Sandsteine anderer Gegenden durch gleichzeitige Segregation der auf plutonischem Wege auf dem Boden einer stürmischen See gebildeten Theile, oder durch eine spätere Veränderung der Schichten in Folge der Einwirkung von Gasen und von Hitze, oder durch Fortführung von anderen Orten her, darüber kann kein Zweifel herrschen, daß die granitischen Massen gleichzeitig mit dem Gletsch gebildet sind.

* In dem Thal von Habkern finden sich außerdem noch große, granitische Blöcke, die, auf altem Alluvium liegend, auf gewisse Entfernung hin den gewöhnlichen Wanderblöcken in den Alpen gleichen, über die schon so viel gesprochen wurde. *) Der größte Block ruht auf einer sumpfigen Wiese, die das alte Alluvium auf der östlichen Seite des Flüsschens Habkern bedeckt; er ist ungefähr 105 F. lang, 90 breit und 45 F. hoch, eine Masse von 400,000 Kubikfuß. Da er aus einem eigenthümlichen, in keiner der Alpen-Gegenden sonst vorkommenden Granit **) besteht, glaubt Studer, daß derselbe, gleich den obenerwähnten Massen, ursprünglich im Gletsch eingeschlossen war, und bei zunehmender Verwitterung des Gesteins an den senkrechten Thalwänden herunterfiel und an seinen jetzigen Platz gelangte. Er hat diese

*) Ich will hier nicht in die Frage, welche die Wanderblöcke betrifft, eingehen, sondern demnächst in einem besonderen Aufsatze meine Ansichten über dieselben und ihr Verhältniß zu Gletschern darlegen.

**) Nach Studer besteht der Granit aus blaulichweißem und hellrothem Feldspath (letzterer vielleicht Albit?), aus weißem Quarz und aus dunkelbraunen Glimmer-Krystallen.

Ansichten auch auf die Blöcke vom Volgen ausgedehnt, d. h. sie stammen nach ihm von früher vorhandenen Gesteinen, und waren ursprünglich in dem Flysch während dessen Bildung eingeschlossen. Ich habe nun beide Orte untersucht, und kann Studer's Meinung nicht theilen; ich betrachte den Block von Habkeren nur als einen erratischen, der entweder unter anderen Ablagerungen verborgen lag, oder dem Auge unter einer Hülle von Schnee und Eis entzogen war, die natürlich in jenen Alpen-Regionen jeder Beobachtung hemmend entgegen treten. Die förmliche Umschließung der oben erwähnten Granit-Bänder im Flysch kann nicht geleugnet werden, aber die Gegenwart der Geoden, deren größte nicht über vier Fuß Länge und einen Fuß Breite hat, spricht gegen die Möglichkeit, daß ein Block von 400,000 Kubikfuß eben so gebildet worden sey; auch trägt er nicht im geringsten das Ansehen, als sei er jemals eine solche Geode gewesen. Ueberdies kommen nirgends in dem Flysch der Alpen Conglomerate vor, die größere Massen als einen oder zwei Fuß im Durchmesser betragend umschließen. Aber, angenommen der fragliche Block stammte wirklich aus einem Conglomerat, und ward während der Ablagerung des Flysch diesem von einem krystallinischen Bergrücken zugeführt, durch welche Mittel soll dies geschehen sein? Gewiß weder durch fließendes noch durch festes Eis, denn die Nummuliten-Epoche hat mit Gletschern nichts zu thun, sie war vielmehr von beträchtlicher Wärme begleitet.

Indem ich keine genügende Erklärung für das Auftreten eines Blockes von solcher Größe in dünngeschichtetem Sandstein und Schiefer (Gesteine, die den Flysch zu beiden Seiten des Thales von Habkeren zusammensetzen) sehe, muß ich auch die Anwendung derselben auf die Phänomene am Volgen verwerfen. Bei einer nochmaligen Untersuchung der Stelle machte ich die Bemerkung, daß jedes der Gebilde, die ich als Sandsteine, Grünsand oder Schiefer beschrieb, ein sehr beständiges Streichen zeigt. So streichen z. B. die quarzigen Sandsteine (bisweilen dem Quarzfels ähnlich), die in erhärtete Schiefer übergehen, von den Gehängen oberhalb Obermaiselstein nach dem Gipfel des Volgen zu im Westen. Die Schichten stehen entweder auf dem Kopf, oder fallen unter 70° bis 80° n. u. f. Von diesen Gebilden begleitet, zu beiden Seiten von Quarz-Gesteinen umgeben, erhebt sich der Glimmerschiefer-Kern aus der Gesamt-Masse. Die konische Form desselben machte es wahrscheinlich, daß er inmitten der Sedimente emporgetrieben und diese zu beiden Seiten nach rechts und links geschoben habe. Ein Quer-Profil, vom Gipfel im N.N.O. nach einer Schlucht in S.S.O. gezogen, zeigt, daß die schwarzen Schiefer des Flysch zum Theil in eine Art von Kiefelschiefer übergehen, und daß, vollkommen parallel mit der höheren Zone, andere weniger erhabene Rücken von Sandstein erscheinen, die zum Theil in Quarzfels umgewandelt sind oder hie und da in Glimmerschiefer. Die Quarz-Gesteine

sind entweder in einem amorphen Zustand, oder sie treten, gleich Gängen aus geschmolzener oder halbgeschmolzener Materie bestehend, zwischen den Bänken des in hohem Grad veränderten Glimmer-Kalksteines auf. Aus allen den That- sachen ergibt sich, daß der sogenannte Gneiß und Glimmerschiefer nichts anderes als Glieder der Glimmer-Gruppe sind, die eine bedeutendere Veränderung er- litten haben, als die übrigen. Ueberdies kommt das Phänomen in einer von Störungen sehr heimgesuchten Gegend der ganzen Gebirgskette vor, und wenn ich beifüge, daß es sich unmittelbar nördlich von einer großen Verwerfungs- Kluft befindet, durch welche das ganze System der Glimmer- und Nummuliten- Gesteine auf seiner südlichen Seite mit dem Neocomien-Kalkstein zusammentritt (also ganz die nämlichen abweichenden Lagerungs-Verhältnisse wie bei Dorn- birn und bei Haslach südlich von Bregenz), so werden wir in diesen That- sachen eher eine Erklärung finden. Jedenfalls ist die Umwandlung des Glimmer in Gneiß und Glimmerschiefer eine Erscheinung, die durch Stüder in Graubünden nachgewiesen wurde und demnach auch am Volgen statthaben konnte.

Verlängerung der Kreide- und Nummuliten-Bone Baierns und der Schweiz nach den österreichischen Alpen.

Wenn man die Lagerungs-Verhältnisse der fraglichen Gebilde in Appen- zell, am Grönten und bei Sonthofen als Vorbilder wählt, so wird es einem geübten Geologen nicht schwer fallen, dieselben auf andere Gegenden, bei Kesselwang, auf die Traun-Ufer, auf die Umgebungen von Kres- senberg, von Untersberg, Mattsee und anderen Orten anzuwenden. *) So sehen wir namentlich unfern von Kesselwang östlich vom Grönten und an einem Ende der bayerischen Alpen eine deutliche Reihenfolge der Kreide-Gebilde, die später beschrieben werden soll. Was unsere früheren Profile betrifft, so ist es klar, daß an der nördlichen Seite des Berges bei Kesselwang

*) Die Versteinerungen, welche ich bei Mattsee sammelte, wurden von Archiac untersucht und bestimmt, nämlich: *Nummulites Biaritzana* (Arch.) (*N. atacica* Leym.), die in den unteren Pyrenäen, in der Gebirgskette von Corbières, und in den fran- zösischen Alpen so häufig ist; *N. rotularis*? (Desh.) (*N. globulus* Leym.), Corbières und Krimm; *Orbitolites submedia* (Arch.) von Biaritz und aus den Alpen; *Oper- culina*, n. s.; *Echinolampas*, wohl *E. ellipsoidalis* von Biaritz, und unter den Arten von *Pecten* eine dem *P. tripartitus* (Desh.) ähnliche, der in den Tertiär-Gebilden Frankreichs so häufig ist. Diese Schichten lassen sich mit denen von Kressenberg (Wiener Mittheilungen 1848, IV, S. 247—249, und Jahrb. f. Min. 1849, S. 109), welche Ehrlich beschrieb, vergleichen; er zählt von Petrefacten auf: *Nautilus lingu- latus*, *Clypeaster* (*Conoclydus*) *conoideus*, *C. Rouei* und *Micraster pulvinatus* (Arch.). Da ich früher schon *Echinodermen* bei Mattsee fand, obwohl sie damals noch nicht benannt waren, bleibt kein Zweifel hinsichtlich des Alters dieser Gebilde übrig; die *Gryphaea* in den tiefsten Schichten ist die einzige secundäre Form.

eine Ablagerung mit Grünsand- und Gault- (wenn nicht Neocomien=?) Petrefacten mit den nämlichen tertiären Conglomeraten wie am Grünten (Molasse und Nagelflue) in Berührung tritt. Das Profil von Traunstein zeigt deutlich die größere Entwicklung eines Systemes von Sandstein, Schiefer und von unreinem Kalkstein mit einzelnen Nummuliten-Schichten u. s. w., wie wir sie schon mehrmals, und zumal bei Sonthofen kennen lernten. Indem ich den Leser auf unseren Aufsatz *) verweise, bemerke ich nur, daß die mächtige Gyps-Gruppe (Nro. 2, 3 und 4) als über den nummulitischen Schichten (5, 6, 7) liegend angesehen werden muß, so läßt sich das Ganze mit den Vorbildern aus der Schweiz und von Sonthofen vereinen. Und um das lehrreiche Profil meinen jetzigen Ansichten gänzlich anzupassen, füge ich noch bei, daß zwischen dem nördlichen Ende der nummulitischen Sandsteine und der tertiären Molasse die so oft erwähnte Verwerfungsflucht erscheint, und durch mächtige Gruppfeiler repräsentirt wird. Die große, äußere Verwerfungsflucht der Alpen hat also hier, wie an anderen Orten, den Gyps umgekehrt gegen Süden aufgeworfen, und dagegen Schichten der pliocenen Epoche zum Vorschein gebracht, die ältesten Schichten der eocenen Ablagerung.

Indessen waren die Wirkungen der mächtigen Verwerfungsflucht in Oesterreich und an den südlichen Gehängen des Donau-Thales unbedeutend, verglichen mit den ungeheueren Störungen, welche in Baiern (Grünten) und in der Schweiz (Sentis und Pilatus) statt hatten, wo selbst der Neocomien-Kalkstein oder das Aequivalent der tiefsten Schichten unseres unteren Grünsandes zu mächtigen Höhen aufgetrieben, und die auf demselben liegenden Kreide- und Nummuliten-Gebilde gegen die Alpen hin gepreßt sind, und eben der Neocomien-Kalkstein, das älteste Glied der ganzen Reihe, mit junger tertiärer Nagelflue in Berührung tritt. Die Profile in Baiern, Oesterreich oder der Schweiz, unsere auf Versteinerungen=führende Schichten gestützten Erfahrungen lehren uns, daß wir mit einer ansteigenden Schichten-Reihe zu thun haben von dem Vereinigungspunkt mit den jüngern Tertiär-Gebilden an, oder mit anderen Worten, daß im Donau-Thale, in der Schweiz, an den Ufern des Bodensees die tieferen Bänke der Reihe, auf welchen an andern Orten die nummulitische Gruppe ruht, sich zu beträchtlichen Massen erheben und häufig den jüngeren Theil der eocenen Formationen in die abweichende Lagerung gebracht haben, daß sie unter den mächtigen secundären Kalksteinen der Gebirgskette einfallen.

Hinsichtlich der Kreidegruppe von Gosau wurde bereits bemerkt, daß sie mangelhaft sey, einesstheils, weil ein Versteinerungen=führender Kalkstein — wie in der Schweiz und in Baiern — fehlt, der als Aequivalent der weißen

*) Trans. of the Geol. Soc. III, pag. 338.

Kreide gelten kann, anderentheils, weil keine deutliche nummulitische Zone erscheint. Ich bin jedoch nicht abgeneigt, die Sandsteine, unreinen Kalksteine und Schiefer, welche hier die Mergel bedecken, die ihren fossilen Resten gemäß der Kreide-Gruppe angehören, als Repräsentanten eines Theiles der Nummuliten- und Glysch-Reihen anderer Gegenden anzusehen. Man kann von den Gosau-Gegenden wirklich sagen, der petrographische Typus des Glysch reiche nicht allein zum Inoceramen-Kalkstein hinab, mit gänzlichem Ausschluß eines, die Kreide vertretenden Kalksteines, er ersetzt auch die Stelle aller der Schichten, die den oberen Grünsand und Gault repräsentiren; die ersten Bänke harten, festen Gesteins gehören dem Hippuriten-Kalkstein an, der, wie jener vom Untersberg bei Salzburg, die Neocomien-Formation vertritt.

Beim Untersberg bestehen die Aequivalente des Gault, oberen Grünsand und der Kreide, die auf Neocomien-Kalkstein oder Hippuriten-Marmor ruhen, aus Mergeln, welche oft an den „malm-rock“ *) erinnern, so wie aus buntgefleckten, grünen und rothen Streifen, der Scaglia ähnlich, in welchen Sedgwick und ich Belemnites und Baculites fanden, nebst Inoceramus Cripsii (Sow.) und Trochus linearis. Dann folgt Sandstein und kalkiger Sandstein und blauer Mergel, in denen Nummuliten, ferner Operculina, Dentalium, Serpula vorkommen und andere Petrefacten, die für tertiäre Gebilde sprechen. Wirklich hat man auch zwei oder drei Arten, Auricula simulata (Sow.) und Dentalium grande (Desh.) als identisch mit Arten des Pariser und Londoner Beckens erkannt.

Verfolgt man die Kreide-Gebilde aus Baiern nach Oesterreich, so vermißt man alsbald das obere Glied derselben, das Aequivalent der weißen

*) Den Ausdruck „malm-rock“ gebrauchte schon vor geraumer Zeit Fitton [Observations on some of the Strata between the Chalk and Oxford Oolite in the South-East of England. London, 1836, pg. 154.] Einen der Hauptcharakter-Züge der Umgebungen von Petersfield (Hampshire) bildet die verhältnißmäßig große Ausdehnung des oberen Grünsandes; in mächtigen, Terrassen-artig abgelagerten Bänken umgibt er die Kreide-Höhen. Obwohl in den Kirchspielen von Burton und Harting sich Uebergänge aus der grauen Kreide auf dem Kreide-Mergel in den oberen Grünsand zeigen, bestehen fast sämtliche Terrassen auf zwei Reilen hin aus dem, in dortiger Gegend als „malm-rock“ bezeichneten Gebilde. Das sogenannte „malm-land“ ist ein, namentlich für Korn-Production sehr geeigneter Boden, welcher aus den tiefsten Schichten einer weichen, mergeligen Kreide besteht, die gewöhnlich den höheren Theil der Terrassen zusammensetzt; malm-rock werden die unmittelbar darunter liegenden, härteren Schichten genannt. — Auch in Irland, am Donald's Hill kommt ein ähnliches Kreide-Gebilde vor, dessen man sich (ohne daß es gebrannt würde) als Dünger bedient; es zerfällt, der Luft ausgesetzt, in feinen Staub. Die Arbeiter nennen es „soft“ oder „malm-rock.“ Vergl. Portlock, Report on the Geology of the County of Londonderry and of Parts of Tyrone and Fermanagh. (1843) pg. 111.

Kreide, welches als ein weißer Kalkstein in Savoyen, in der Schweiz und in Baiern entwickelt ist. Selbst bei den Profilen vom Untersberg, zwischen Reichenhall und Salzburg, besteht der Kreide-Petrefacten enthaltende Streifen aus grauen, grünen und rothen Mergeln. Ein entschiedenerer Wechsel zeigt sich noch weiter östlich, im Gosau-Thal; da ist keine Spur mehr von weißem Kalkstein zu sehen, hingegen eine an Petrefacten (von denen manche charakteristische Arten der Kreide sind) sehr reiche Gruppe, die gewisse eine Tertiär-Zeit andeutende Versteinerungen enthält, und aus weichem Schiefer, sandigem Mergel mit unreinen, dunkelfarbigen Kalksteinen besteht. Was die Profile der die Kreide bedeckenden Ablagerungen beim Untersberg betrifft*), so bemerke ich, daß die nämliche ansteigende Reihe wahrnehmbar ist, wie am Grünten, bei Sonthofen, und an andern Orten, d. h. ein Uebergang von einer wirklichen, ächten Kreide-Zone (das Aequivalent der Kreide zeigt eine sehr verschiedene petrographische Beschaffenheit) durch gewisse Mergel- und Sandstein-Schichten in Felsmassen mit Nummuliten und anderen Versteinerungen, die in den darunter befindlichen Gebilden nicht vorkommen. Dagegen waltet kein Zweifel, daß die, die Charactere des Gyps besitzenden Gebilde nicht allein stets oberhalb der Nummuliten-Gruppe auftreten: sie gehen vielmehr förmlich in dieselbe über, verbinden sich bei Gosau sogar mit ächten Kreide-Petrefacten-führenden Schichten. Die an Versteinerungen so überreichen Nummuliten-Gesteine von Kressenberg sind — ungeachtet lokaler Störungen — als ausgedehnte Massen einer der obersten Schichten jenes Kalksteins anzusehen, von dem schon vielfältig die Rede war.

Nach einer Mittheilung Berneui's — der im Jahr 1847 Kressenberg besuchte — gehören alle mit den Nummuliten vorkommende fossilen Reste über der Kreide liegenden Schichten an. Er hat sich überzeugt, daß sich besonders in zwei Bänken Petrefacten finden, nämlich Gault- oder Grünsand-Versteinerungen in einem erdigen, chloritischen Sandstein, die anderen in einer quarzigen, eisenreichen Felsart. Nur in der letzteren, die vom Gyps bedeckt wird, werden Nummuliten angetroffen, unter diesen *N. laevigata* (Lam.), *N. elegans* (Sow.) des London-Thones, nebst Orbitoidea (*d'Orb.*); ferner der im Pariser Grobkalk so häufige *Pygorhynchus Cuvieri*, der in den Alpen so verbreitete *Conoclypus conoideus* und der besonders im Vicentinischen und im südlichen Frankreich gemeine *Echinolampas politus* (Ag.) Es wird demnach wohl kein Geolog, der beide Orte näher untersucht hat, zweifeln,

*) Die ächten Kreide-Gebilde, mit dem Gault und der Kreide angehörigen Petrefacten, sind in den bergigen Gegenden zwischen Reichenhall und Untersberg nur mit großen Schwierigkeiten aufzufinden, da Vegetation und Grufmassen jede Untersuchung erschweren.

daß die Nummuliten-Gesteine von Sonthofen genaue Aequivalente jener von Kreßenberg sind. Hier, wie dort, wurde der Flysch gegen die Gebirgskette hin gestürzt, es unterscheidet sich der letztere vom ersteren nur dadurch, daß zwischen Flysch und Nummuliten-Schichten eine Verwerfungsflucht erscheint.

Ohne auf eine weitere Aufzählung der Petrefacten in den Nummuliten-Schichten einzugehen, bemerke ich nur, daß von den sämtlichen charakteristischen Versteinerungen der weißen Kreide — wie Ammonites, Belemnites, Hamites, Inoceramus u. s. w. — keine vorkommt. Alle Geologen, die gewohnt sind, Schichten nach ihren organischen Resten und ihren Lagerungs-Verhältnissen zu bestimmen, werden einräumen müssen, daß die Nummuliten- und Flysch-Gesteine der Alpen, in Savoyen, in der Schweiz, in Baiern und Oesterreich als ältere tertiäre, als eocene Gebilde betrachtet werden müssen, und nicht länger mit der Kreide-Gruppe vereint bleiben können. Die einzige Frage die, wie mir es scheint, noch übrig bleibt, ist, wo die genaue Grenze zwischen secundären und tertiären Gebilden gezogen werden soll; entweder — wie ich glaube — unmittelbar an der Basis der untersten Nummuliten-Bank, oder noch tiefer, zwischen den Flysch-ähnlichen und Grünsand-Schichten, die eine oder zwei Arten von Gryphaea führen, und deren wir oben gedachten. Jedenfalls wird überall, wo ein allmählicher, regelmäßiger Uebergang statt findet, die Bestimmung einer solchen Grenzlinie schwer bleiben.

Ueber der Kreide liegende oder tertiäre Gesteine in den südlichen Alpen und im Vicentinischen.

Der größere Theil eines Jahrhunderts ist verflossen, seit Arduini die Ablagerungen von Ronca und Bolca für tertiäre erklärte, und Fortis auf die Identität der Petrefacten von Val d'Ustico mit den von Brander beschriebenen aus dem London-Thon von Hampshire aufmerksam machte. Brongniart bestimmte zuerst diese Schichten als ältere tertiäre *) und zählte deren fossile Reste auf, während zu gleicher Zeit Buckland zu ähnlichen Folgen in den Alpen gelangte. **) Obwohl aber der Mangel an Kreide-Petrefacten, die Häufigkeit tertiärer deutlich dafür sprach, daß diese Muscheln-führenden Ablagerungen jünger als Kreide seien, blieb besonders die Nothwendigkeit, die Beziehungen zwischen denselben und den secundären Felsmassen zu ermitteln, um so mehr, da einige Geologen von Ramen sämtliche Nummuliten-Gesteine im Vicentinischen zur Kreide-Gruppe rechneten. Auf unserer eiligen Wan-

*) Mémoire sur les terrains de sédiment supérieurs calcareo-trappéens du Vicentin, par Alexandre Brongniart; Paris 1823.

**) Annals of Philosophy, June. 1821.

derung durch diesen Landstrich im Jahre 1828 besuchten Lyell und ich alle die von Brongniart als „calcareo-trappéens“ bezeichneten Districte; wir konnten indeß, der durch basaltische und andere eruptive Gebilde gestörten Lagerungs-Verhältnisse wegen, den Beobachtungen unseres Vorgängers nichts Neues beifügen. Während mein Gefährte seine Reise durch das südliche Italien und durch Sicilien fortsetzte, kehrte ich durch die Venetianer Alpen nach England zurück und da boten sich mir deutliche und lehrreiche Profile an den Ufern des Brenta-Flusses, bei Bassano und zwischen Possagno und Asolo. Dort ruhen die nummulitischen und Muscheln-führenden Schichten — ungestört durch basaltische Massen — gleichförmig auf der Scaglia, oder dem italienischen Aequivalent der Kreide, und gehen nach oben in jüngere Tertiär-Gebilde über; sämmtliche Felsarten sind in, der Richtung der Alpenkette parallelen Linien gehoben.

Bei der Schilderung der Profile von Bassano kannte man die neue Benennung Lyell's noch nicht, und die über der Kreide befindlichen, Muscheln-führenden Ablagerungen wurden einfach als untere und obere tertiäre bezeichnet. Ich wies damals nach, daß die beiden Tertiär-Ablagerungen in parallelen Linien gehoben wurden, und zum Theil Uebergänge in einander wahrnehmen ließen. Seitdem habe ich die Alpen in den verschiedensten Richtungen durchstreift, auch jene Orte wieder besucht, und erkenne jetzt erst den eigentlichen Werth der Profile, denn hier tritt die Nummuliten-Zone gleichförmig zwischen dem von mir als Aequivalent der Kreide bezeichneten Gebilde und einer höheren Zone auf, die jüngere tertiäre Petrefacten enthält. Die fragliche Zwischen-Bildung, in der mehrere Versteinerungen der älteren Tertiär-Epoche vorkommen, muß als Repräsentant der eocenen Gruppe angesehen werden. Die so hoch geneigte Lage der äußeren oder jüngeren Tertiär-Zone rührt von einer der letzten bedeutenden Hebungen („redressement“) in den Alpen, nach Ablagerung der Subapenninen-Formation. Ich will hier nicht behaupten, daß gleichzeitig mit der Kreide und den eocenen Gebilden auch die jüngeren tertiären Massen gehoben wurden; letztere dürften im Gegentheil später, aber in der nämlichen Richtung wie jene, aufgerichtet worden sein. *)

Es war bereits die Rede davon, daß eine mächtige Ablagerung dichten Kalksteins, mit Feuersteinen und Ammoniten, „biancone“ genannt, nach ihren fossilen Resten zum Neocomien gehörig, auf jurassischen Gebilden ruht und von beträchtlichen Massen der Scaglia bedeckt wird. Letztere, hie und da Inoceramus, Terebratula und Ananchytes ovatus enthaltend, zwischen dem

*) In Gesellschaft der geologischen Abtheilung der „Scienziati Italiani“ besuchte ich zum letztenmale von Venedig aus Bassano, Possagno und Asolo. Die Profile, welche ich früher mittheilte, finden sich im Phil. Magaz. V. June 1829, pag. 401.

Neocomien und der Nummuliten = Gruppe mit tertiären Versteinerungen auftretend, ist gleich dem Seewer Kalkstein in der Schweiz als Aequivalent der Kreide zu betrachten. In den Gegenden zwischen Recoaro im Norden und Vicenza im Süden erscheint die Scaglia mächtig entwickelt unterhalb der nummulitischen Kalksteine. Bei Val d'Agno, südlich von Recoaro, wird die Scaglia, die charakteristische Petrefacten führt von Kohlen = Streifen bedeckt, deren man sich in der Umgegend bedient; sie liegen zwischen Schiefeln die von den älteren Gesteinen abfallen und unter den angrenzenden Hügeln nummulitischer Kalksteine verschwinden. Es behaupten diese Kohlen = Streifen den nämlichen Platz, wie jene von Entrevernes in Savoyen, an den Diablerets und bei Beatenberg im Canton Bern. Noch an anderen Punkten in der Gegend werden die nummulitischen Gesteine durch kleine Kohlen = Ablagerungen charakterisiert, wie am Monte Bolca und am Monte Biale bei Vicenza, wo sie sich in dem wohlbekannten Kalkstein des isolirten Berges finden.

In dem Landstrich zwischen Vicenza, Schio und Verona treten inmitten des Gebietes sedimentärer Ablagerungen die verschiedensten eruptiven Gebilde — Porphyre, Diorite, Trachyte, Basalte, Serpentine oder Peperine — in seltener Mannigfaltigkeit auf, die Durchbrüche und andere Störungen sind so häufig, daß die Schichten = Folge nur mit Mühe erkannt werden kann, wie dies namentlich in den Umgebungen von Ronca, Montecchio Maggiore und anderen Orten der Fall, denen ein ungewöhnlicher Reichtum von Petrefacten eigen. So zeigt sich besonders westlich von Schio und unfern der Stadt Magra ein belehrendes Profil: die Basis besteht aus rother und weißer Scaglia, in der *Inoceramus*, *Terebratula incurva*, *Ananchytes ovatus* und andere fossile Reste vorkommen, während den Gipfel mächtige Bänke von Nummuliten = Kalkstein zusammensetzen. Die leicht geneigten Schichten liegen vollkommen gleichförmig und der Uebergang aus der einen Gruppe in die andere ist wahrnehmbar. Kohlen = Streifen bemerkt man keine, aber gegen die obere Grenze hin wechsellagert die rothe Scaglia zu wiederholten Malen mit basaltischem Tuff. Einige der höchsten Bänke desselben zeigen sich ebenso reich an Nummuliten, wie der den Gipfel des Hügels zusammensetzende harte graue Nummuliten = Kalkstein. Die Art und Weise wie die vulkanischen Gesteine gleichsam zwischen den nummulitischen Schichten auftreten (wie es in jener Gegend noch an mehreren Orten mit anderen Versteinerungen = führenden Schichten der Fall), läßt mich vermuthen, daß die vulkanischen Ergüsse gleichzeitig mit den submarinen Ablagerungen erfolgten, eine Art von Gebilden, die hier keiner weiteren Schilderung bedarf. *) Ueber =

*) Brongniart hat diese Gebilde genauer geschildert und als „calcareo-trappeans“ bezeichnet. Ich theile dessen Ansicht vollkommen, nur daß ich seine „brecciolo“ für gleichzeitig mit den Ablagerungen halte.

dieß treten in dem ganzen Landstriche plutonische Felsmassen auf, von ächtem, eruptiven Character, welche die geschichteten Gebilde vielfach durchbrochen haben. Beispiele bietet das oben genannte Profil. Die Hauptmassen des nummulitischen Kalksteines, welche die Scaglia bedecken, fallen im Allgemeinen südlich ein unter Mergeln, Sandsteinen, Tuffen und Kalksteinen der wellenförmigen, hügeligen vicentinischen Gegenden. Der Nummuliten Kalkstein bildet hauptsächlich die Basis der Versteinerungen führenden Gruppe, selbst in dem Landstrich, wo basaltische Massen so häufig sind. Letztere gewinnen gegen W. und S. W. von Schio in dem Grade die Oberhand, daß auf weite Strecken hin keine regelmäßige Schichten-Folge mehr nachgewiesen werden kann. Nördlich von St. Orso bei Schio haben Porphyr-Gebilde bei ihrem Empordringen die Schichten umgestürzt, so daß die Kreide-Ablagerungen die nummulitischen und jüngeren tertiären Gesteine bedecken. *) Es soll von diesen Erscheinungen ausführlicher die Rede sein, wenn wir die Störungen, welche in den Alpen statt hatten, besprechen. Für jetzt bitte ich den Leser seine Aufmerksamkeit der Gegend von Bassano und Asolo zuzuwenden; dort finden wir eines der lehrreichsten Profile, eine Schichtenfolge von den Kreide- zu den Tertiär-Gebilden.

Am rechten Brenta-Ufer bei Campese unfern Bassano, erscheinen der Neocomien und die Scaglia, die in wellenförmigen Terrassen sich über die Sette Comuni hinziehen, in stark aufgerichteten Schichten. Auf die rothe und weiße Scaglia, welche die Ufer der Brenta bilden, folgen sandige Mergel, dann nummulitische Kalksteine. Die hoch geneigte Lage läßt sich weithin verfolgen, und nachdem man über mächtige Bänke von Mergeln, unreinem Kalkstein und Sandstein gekommen (von denen nur wenige entblößt sind) endigt das Profil gegen die Niederung im Süden mit dem kegelförmigen Hügel, Monte Grado genannt, der aus Sandstein, kalkigem Sandstein und Conglomerat besteht; die Schichten streichen parallel mit den übrigen, und fallen unter 75° bis 80° gegen S. ein. Ich füge hier nur noch bei, daß die *Ostrea Virginica* und andere Muscheln, welche in den obersten Conglomerat-Lagen vorkommen, für ein pliocenes Alter sprechen, während die nummulitischen und

*) Mein Freund Pasini gab sich besondere Mühe, mich mit den interessanten Umgebungen von Schio, Recoaro und Sette Comuni bekannt zu machen. Die heimatlichen Gegenden eines Arduini, Brocchi, Fortis, Mazzari, Pencati, Maraschini und Pasini gehören in geologischer Beziehung zu den besonders merkwürdigen. Störungen mannigfacher Art kommen hier vor, der Metamorphismus spielt keine kleine Rolle und außerdem zeigen sich Ablagerungen des Trias und Jura, der Kreide- und Tertiär-Zeit entwickelt.

anderen Gebilde der nämlichen älteren Tertiär-Epoche angehören, wie die Ablagerungen von Ronca, Castel Gomberto u. s. w. *)

Das Profil von der Scaglia bei Bossagno an den Alpen bis nach Asolo an dem äußersten Ende der Tertiär-Reihe der Gegend, ist besonders in den mittleren und oberen Theilen entwickelt, wiewohl die Verbindungen der nummulitischen Schichten mit der Scaglia, die bei Bassano so deutlich, nicht zu sehen sind. Die Gebiete gehen hauptsächlich im Val d'Urgana zu Tage. Ich glaube, daß dieß Thal früher von den nämlichen losen und gebräunen Schichten von Schiefer, Mergel und grünem Sandstein erfüllt ward, die in den bayerischen und Schweizer Alpen diesen Horizont ausmachen. Die tiefsten Tertiär-Schichten, welche bei Bossagno (in Streichen und Fallen gleichförmig zu der darunter liegenden Scaglia) auftreten, sind dunkle, oft eisenreiche und sandige Mergel, mit Fungien und anderen Polypen, und den mannigfachen Petrefacten, die den Monte Ronca und die Veric-Hügel so bekannt gemacht haben. Dann folgen kalkige Sandsteine und Nummuliten-Kalksteine, mit *Fusus longaevus*, die nach oben in harte, weiße Bänke übergehen, bedeckt von gelblichem, unreinem sandigem Kalkstein mit blauen, Versteinerungen führenden Mergeln, in welchen zuerst Arten von *Pecten* vorkommen. Alsdann erscheinen gelber sandiger Kalkstein und kalkiger Sandstein mit grünen Körnern, mit *Sciniten* und *Pecten*. Die Masse hat beträchtliche Mächtigkeit und erinnert an gewisse kalkige grüne Sandsteine der Schweiz, die zugleich mit Nummuliten-Kalksteinen auftreten. Oberhalb dieser „glauconie grossière“ erscheint ein gefleckter, grauer und blaßrother Sandstein, der Foraminiferen und hie und da Nummuliten führt. Bei Castel-Gucco ist das Gestein durch Steinbruchbau bedeutend entblößt; die Säulen der Kirche von Bossagno wurden durch Canova's Meisterhand daraus gefertigt. Die alsdann folgenden Schichten von Schiefen, Mergeln und Sand sind in den niedrigen, wellenförmigen Gegenden südlich von Castel-Gucco wenig aufgeschlossen. Erst bei dem äußeren Tertiär-Rücken der Asolan'schen Berge zeigt sich ein deutliches Profil; blaue Mergel, Brocchi's Subapenninen-Mergeln sehr ähnlich, unterteufen gelbliche Sandsteine und Conglomerat-Massen, gleich jenen vom Monte Grado bei Bassano. In den Mergeln finden sich *Venericardia costata*, *Arca Diluvii*; *Pyrula clathrata*, mit Arten von *Murex*, *Natica* u. s. w., welche die blauen Mergel der Subapenninen scharf charakterisiren, während in den darüber liegenden gelben Kalksteinen und Conglomeraten die große *Ostrea Virginica* vorkommt. Ich will mich hier nicht verweilen, da wir in kurzer Zeit von *de Zigno* — der mit jener Gegend

*) Vergl. Bull. de la soc. géol. de Fr. tom. IV. pg. 56, wo *Zigno* meine früher ausgesprochenen Ansichten bestätigt.

so vertraut, und meine Ansichten theilt — eine ausführliche Aufzählung der Versteinerungen in den Tertiär-Schichten zwischen den Flüssen Brenta und Piave zu erwarten haben. Einstweilen nur die Bemerkung, daß nach der Schichten-Folge und den Versteinerungen, die ich sammelte, und bei Parolini in Bassano sah, ich nicht im geringsten zweifle, daß die Profile eine ansteigende Reihe von der Oberfläche der Kreide bis in Ablagerungen der Nummuliten-Formation wahrnehmen lassen. Der treffliche Paläontolog (Ewald*) — der zugleich mit L. v. Buch, Verneuil und mir die Stelle besuchte, — betrachtet den ganzen unteren Theil als eocen, so daß die Sandbänke und Kalkstein-Schichten, die oberhalb der Nummuliten-Schichten liegen, als Aequivalente der miocenen Gebilde anzusehen sind.

Wir haben es indeß hier mit der Nummuliten-Gruppe zu thun, und ich überlasse es den dortigen Geologen, die weiteren Verhältnisse zu ermitteln. Es genügt mir zu wissen, daß das deutlich und regelmäßig abgelagerte Kreide-System von ächten unter-tertiären Gebilden bedeckt wird, und daß früher von mir geäußerte Vermuthungen sich bestätigt haben, nämlich daß tertiäre Gesteine — obere und untere — in jener Gegend den secundären Gesteinmassen parallel sind, und durch Kräfte gehoben wurden, die auch auf die Alpen einwirkten. Die unter-tertiäre Gruppe wird in dem Landstrich zwischen Bassano und Bissagno außer durch Nummuliten, durch *Fusus longaevus*, *F. in-tortus*, *Pleurotoma semicolon*, *Turritella imbricata* und eine Zahl Petrefacten charakterisirt (namentlich auch Corallen), gänzlich verschieden von denen der Kreide, und zwar sind es entweder bekannte tertiäre Formen des nördlichen Europa's, oder den Gegenden eigenthümliche Arten. Verfolgt man die nämliche Zone westwärts gegen die Bregonze-Hügel und den Landstrich zwischen Vicenza und Schio oder zu dem interessanten, isolirten Hügel, *Monte Viale* genannt, so findet man in derselben alle die von *Brongniart* aufgezählten Arten, unter denen ich besonders bemerkte: *Cerithium giganteum*, *C. Maraschini* (*Brong.*) — Ewald glaubt, daß es *Cerithium hexagonum* (*Brug.*) des Pariser Beckens sey — *Crassatella sulcata* (*Sow.*), *Nerida conoidea*, *Bulla*

*) Die Ansichten, welche Ewald auf der Versammlung zu Venedig darlegte, fanden eine lebhafte Aufnahme. Er schrieb mir seitdem, und behauptet, auf unumstößliche zoologische Beweise gestützt, daß die Ablagerungen eocene seien. Freilich sah er die *Gryphaea vesiculosa*, die ich in den nördlichen Alpen sammelte, nicht, dagegen meint er, daß die im Vicentinischen häufige und von *Brongniart* als *G. columba* beschriebene Art, keine Kreide-Versteinerung sey, räumt aber ein, daß die *Terebratula caput-serpentis* aus der Kreide in die eocenen Schichten hinübergeht. Es ist sehr zu wünschen, daß Ewald seine Beobachtungen in jenen Gegenden fortsetze, um uns bald mit einem Verzeichniß der Petrefacten der Nummuliten-Gruppe zu erfreuen, wozu er bereits bedeutendes Material gesammelt hat.

Fortisii; unter den Conchiferen sind zu nennen: *Pholadomya Puschii* (?) (*Goldf.*); *Cardium Theresae* von Rizza, während *Spondylus eisalpinus*, (*Brong.*) und gewisse Arten von *Pecten* ebenso häufig in den nummulitischen Gesteinen der nördlichen Alpen sind. Die Echinodermen dieser Gegend deuten gleichfalls auf über der Kreide liegende Gesteine; sie gehören fast ausschließlich den Geschlechtern *Schizaster*, *Scutella*, *Echinolampas* an, die man in der Kreide nicht kennt, die aber in den Nummuliten-Ablagerungen der Schweiz und Baierns vorkommen.

Auf einer Wanderung durch das Gebirgsland von *Sette Comuni* sah ich die tiefsten Tertiär-Schichten mit *Cerithium giganteum* und mit Nummuliten gleichförmig ruhen auf leicht geneigten Schichten rother und weißer Kreide oder *Scaglia*, in einer Meereshöhe von 5000 Fuß. Man erkennt deutlich, wie die, Hebungen und Windungen bedingt habenden Mächte, welche die untere tertiäre Gruppe in auf dem Kopf stehenden Schichten auf das äußerste Gehänge der Kreide-Massen bei Bassano stürzten, Fragmente derselben auf gleiche Weise bei Gallio unweit Asiago auf die Oberfläche ähnlicher Gesteine brachten. An dem, östlich von Trient gelegenen Kalisberg erkannten L. v. Buch, Berneuil und ich die obersten, aus gelbem sandigem Kalkstein bestehenden Klippen als nummulitische Kalksteine, die auf jurassischen und Kreide-Ablagerungen ruhen. *) Wir sammelten in diesen Schichten unter andern *Nerita conoidea* und *Voluta ambigua* — im Pariser Grobkalk so häufig, — nebst *Lucina Corbarica* (*Leym.*) und einigen Echiniten-Arten, worunter *Eupatagus ornatus* (*Desor.*), *Echinolampas subsimilis* (*Arch.*) und *Pygorhynchus subcylindricus* (*Ag.*), beide zu Biarritz häufig, und *Echinoeyamus profundus* (*Ag.*) der nummulitischen Gesteine in den Schweizer-Alpen. Bei Sardagna unfern Trient, auf dem andern Etsch-Ufer, bedecken die nummulitischen Gesteine — mit Echiniten, Pectiniten, Krustenthiere und dem bei Castel Gomberto so überaus häufigen *Spondylus eisalpinus* — den weißen Inoceramen-Kalkstein: wir haben demnach dieselbe Reihenfolge wie bei Sonthofen und an so vielen anderen Orten in den nordwestlichen Alpen. Es kommen, nach Perini, die nämlichen Nummuliten-Schichten, am Pik des Monte Bondone in einer Meereshöhe von 7000 F. vor. Diese tertiären Ablagerungen, welche am südlichen Alpen-Gehänge niedrige Hügel bilden, und an einigen Orten (Bassano) in, die Kreide-Gesteine begrenzenden, vertikalen Wällen emporgerichtet sind, steigen an anderen Orten zu großen Höhen empor, wo sie gleiche Verhältnisse zu der Kreide-For-

*) Bei Menapace in Trient sahen wir den *Inoceramus mytiloides* und *Terebratula subglobosa* (Kreide-Petrefacten); sie kommen, wie der eifrige Sammler und Perini, der uns an Ort und Stelle begleitet hatte, versicherten, in den unmittelbar unter den Nummuliten-Schichten liegenden Gebilden vor.

mation zeigen, wie die Nummuliten- und Ffysch-Gebilde in der Schweiz und in den südlichen Alpen.

Sinsichtlich der Ablagerungen, die im Vicentinischen und in den angrenzenden Gegenden die Kreide oder Scaglia bedecken, ist noch zu bemerken, daß sie bisweilen aus mehr oder weniger sandigen Schichten bestehen, wechsellagernd mit Mergeln und nach oben in Bänke eines grünlichen, kalkigen Sandsteins übergehend. An mehreren Orten findet sich in diesen Gesteinen Grünerde reichlich vertheilt, was namentlich bei Schio der Fall, wo die Schichten durch einen herausgedrungenen Porphyr umgestürzt wurden; früher hielten manche Geologen die fraglichen Gebilde für secundäre oder für Grün sand der Kreide-Gruppe. Catullo wies neuerdings nach, welche bedeutende Ausdehnung die Formation im Friaul (Udine) erlangt. Sie wird besonders durch eine *Pholadomya* charakterisirt, kaum unterscheidbar von der *P. margaritacea* des London-Thones. *) Ich füge hier noch die Bemerkung bei, daß — was ich schon in meinem Aufsatze (1829) sagte — die höchsten Schichten der ganzen Reihe manche Subapenninen-Petrefacten enthalten, und daß die sie umschließenden Gesteine in enger Verbindung mit jenen stehen, die wir jetzt betrachten.

Der durch seine fossilen Fische so berühmte Monte Volca unfern Verona gehört sicherlich der unteren tertiären Gruppe an. In Gesellschaft von C. Lyell untersuchte ich die Umgebungen desselben und des Monte Postale; die Schichten, welche die genannten Berge zusammensetzen, sind einfache Fortsetzungen der eocenen Ablagerungen im angrenzenden Vicentinischen. Mergelige, weiße und gelbliche Kalksteine, hie und da blau, grau oder braun gefleckt, erscheinen untergeordnet den Peperin-Massen, auch werden sie häufig von Gängen vulkanischer Felsgebilde durchsetzt, deren Schilderung wir Brongniart verdanken. Während letztere demnach als jünger angesehen werden müssen, dürfte der Peperin, wie ich glaube, als das Ergebniß submariner, vulkanischer Ausbrüche, die gleichzeitig mit der Ablagerung der Schichten statt hatte, betrachtet werden: die dabei herrschende Hitze führte den Tod vieler Fische herbei, gerade wie es in neuerer Zeit der Fall war, als sich an Siciliens Küste Graham's-Eiland aus den Tiefen erhebt. Ungeachtet der durch vulkanische Gebilde verursachten Störungen kann man indessen doch beobachten, wie verschieden sich die sedimentäre Ablagerung — in petrographischer und petrefactologischer Beziehung — von der sie nördlich begrenzenden Scaglia oder Kreide zeigt. Braunkohle kommt unter ähnlichen Verhältnissen,

*) Leider habe ich das Verzeichniß der Versteinerungen aus diesem unteren tertiären Grünsand verlegt; es soll, außer *Ostrea*, noch eine eigenthümliche *Gryphaea*, der *G. columba* (Brong.) von Montecchie Maggiore ähnlich, vorkommen.

wie wir sie früher kennen lernten (in Savoyen und der Schweiz, im Val d'Agno und am Monte Viale im Vicentinischen), vor; aber die Pflanzen-Reste — unter diesen Dicotyledonen, Palmen, Kokosnüsse u. s. w. — gehören nach Unger's Ausspruch der eocenen Epoche an. *) Nummuliten finden sich zwischen den oberen und unteren, Fisch-Reste enthaltenden Steinbrüchen; ich sammelte *N. globulus* und *N. millicaput*; zugleich mit denselben erscheint das Geschlecht *Alveolina*. Peperin-Bänke (hie und da gleichfalls Nummuliten enthaltend) bilden die Gipfel des Monte Volca und bedecken den gestörten, nach verschiedenen Richtungen geneigten Kalkstein; in dem Kalksteine des Monte Volca und in jenem des nachbarlichen Monte Postale kommen indeß ächte tertiäre Petrefacten vor. Ich nenne *Natica*, *Fusus*, *Buccinum*, *Ostrea*, *Avicula*, *Terebratula* (der *T. personata* des London-Thones ähnlich). Ueber das Alter der Ablagerung kann demnach kein Zweifel mehr herrschen; nehmen wir aber erst die fossilen Fische zur Hülfe, so reden solche eben so entschieden für unsere Ansicht, wie die von Glarus. Allerdings gehören von den hundert und drei und dreißig durch Agassiz aufgezählten und beschriebenen viele unbekannten und eigenthümlichen Arten an, aber wie bei Glarus ist die vorherrschende Zahl der Geschlechter in secundären Felsmassen unbekannt, und wird noch lebend in unseren Meeren gefunden, nämlich *Fistularia*, *Vomer*, *Torpedo*, *Lophius*, *Diodon*, *Rhombus*, *Clupaea* und *Anguilla*. Die Gegenwart von Häring- und Aal-artigen Fischen spricht allein für den Schluß, daß die Ablagerungen am Monte Volca — gleich den anderen nummulitischen Gesteinen der Alpen — gänzlich von der Kreide getrennt, und als untere tertiäre Gebilde betrachtet werden müssen. Schon die von Agassiz mitgetheilten Verzeichnisse haben wohl viele Geologen zu solcher Ansicht bestimmt; er hatte übrigens kluger Weise die Fische-führenden Schichten am Monte Volca zugleich mit denen vom Libanon als eine besondere Gruppe, zwischen die Kreide- und Tertiär-Formation gestellt. Ich hoffe, man wird nun zu der alten Ansicht von Fortis zurückkehren und die Ablagerungen am Monte Volca als untere tertiäre betrachten.

Gehe ich mich einem andern Gegenstande zuwende, seien mir noch einige Vergleichenngen der eocenen Gebilde im Vicentinischen und Veronesischen mit den nummulitischen Gesteinen der Schweiz, Savoyens und Baierns erlaubt. Wir stoßen hier auf so große Aehnlichkeiten, als man sie nur von Ablagerungen gleichen Alters, aber verschiedener Zusammensetzung erwarten kann, die in gewisser Entfernung von einander auftreten. Allenthalben wird in dem genannten Landstrich der wahre Aequivalent der Kreide durch Kalksteine bedeckt, in welchen einige der nämlichen Nummuliten-Arten erscheinen, und auf

*) Ad. Brongniart, Mém. du Mus. d'hist. nat. vol. VIII. pg. 343.

die wieder Schichten mit denselben fossilen Resten folgen. Der auffallendste Parallelismus wird bedingt durch die Häufigkeit von Echinodermen, gänzlich verschieden von denen der vorhergehenden Aera. Demnach können die Ablagerungen südlich und nördlich von den Alpengehängen mit Sicherheit, ihren Versteinerungen gemäß, und da sie auf Gebilden mit Kreide = Petrefacten ruhen, als untere tertiäre angesehen werden.

Für was wollen wir auch die Nummuliten-Ablagerungen — sei es in den Schweizer Alpen oder im Vicentinischen — anderes halten, als für eocene? Jene Geologen, welche den durch die fossilen Reste gebotenen Beweisen keinen Glauben schenken, mögen die große, gleichförmige, zusammenhängende Reihe von Schichten ins Auge fassen, deren Ablagerung deutlich nach Anhäufung der Kalksteine mit Kreide = Petrefacten statt fand, die vereinte Gruppe von Nummuliten-Kalkstein und Gyps in den Schweizer Alpen, die Nummuliten- und Muscheln-führenden Ablagerungen im Vicentinischen müssen uns mehr als irgend eine der sogenannten eocenen Gebilde im nördlichen Europa als ehrwürdige Monumente einer längst dahin geschwundenen Zeit gelten! Und läßt sich eine reichlichere Entwicklung der eocenen Gruppe im südlichen Europa nicht gut mit den von Geologen geschilderten Thatfachen reimen? Im nördlichen Europa sehen wir gar häufig einen „Hiatus“ zwischen der Oberfläche der Kreide und den untersten eocenen Schichten — wahrscheinlich hervorgerufen durch mächtige Störungen in jener Epoche. Stürmische Wogen haben an unzähligen Orten die Oberfläche der Kreide-Bänke zertrümmert, ganze Schichten mit sich hinweggeführt, bevor die tertiären Gebilde sich auf ihnen absetzen konnten. Ganz anders verhält es sich in der Schweiz. Dort, wo während der beiden Perioden submarine Ablagerungen statt hatten, sehen wir auch (wo spätere Störungen uns nicht hemmend entgegentreten), eine größere Schichten-Reihe. Die ungeheuren Gyps-Massen, welche die Zone mit Nummuliten und anderen Petrefacten bedeckt, in welchen wir nur wenige fossile Reste, Fucoiden, einige Zähne und Gräten von Fischen, hie und da eine Muschel = Schale entdecken, läßt uns schließen, daß wegen der so innigen Verbindung dieser Gesteine mit den Nummuliten sie aus einem tiefen Meere in jener Aera abgelagert wurden, in welcher thierisches Leben nur schwach vertreten war. Indesß ist zu bemerken, daß die wohl erhaltenen Fisch-Reste der Schiefer von Glarus — die in einer der tiefsten Bänke des Gyps vorkommen — gewichtige Zeugen sind, und nicht weniger ihre Begleiter, die Ueberbleibsel eines Vogels und einer Schildkröte. Noch mehr sprechen zu Gunsten unserer Behauptung die Fische vom Monte Bolca, ihre Lage und ihr Zusammenseyn mit Nummuliten. Die Fucoiden dieser Ablagerung sind, geologisch betrachtet, von geringer Bedeutung. Obwohl sie in der Schweiz und in den bairischen Alpen die obere Abtheilung

der Gruppe, welche uns beschäftigt, bezeichnen, finden sich dennoch ähnliche Formen in den italienischen Alpen in der grauen oder unteren Kreide, unterhalb der rothen Scaglia. Und dies ist es gerade, was wir wünschen. Denn ist es nicht ein ewig waltendes Gesetz in der Vertheilung organischer Reste, daß je höher die Organisation, desto bestimmter der stratigraphische Horizont ist? Vegetabilien von einer so niedrigen Classe, wie die Fucoiden, so geeignet, physischen Veränderungen zu trotzen, mögen jene großartigen Veränderungen an der Erdoberfläche überdauert haben, die so manches Thierleben endigten!

Man könnte mir den Einwurf machen: der Flysch der nordwestlichen und österreichischen Alpen sey nicht so deutlich in derselben petrographischen Beschaffenheit an den Gehängen der südlichen und venetianischen Alpen entwickelt. Aber die gelben und grünen Sandsteine, die Schichten von Mergel und schieferigem Kalkstein, welche die Nummuliten-Zone begleiten, mögen als Repräsentanten des nordalpinischen Flysch gelten. Allein auf die Identität dieser Gesteine hin, auf die Voraussetzung, daß der italienische (obere) Macigno und der Flysch der Schweiz eine gleiche Stelle einnehmen, hat Studer den letzteren neuerdings „alpinischer Macigno“ genannt. Wenn von den Karpathen und Apenninen die Rede ist, werden wir sehen, bis auf eine wie geringe Ausdehnung der „Karpathen-Sandstein“ und der italienische Macigno mit dem nummulitischen oder unteren tertiären Flysch identificirt werden können; in beiden Gegenden ist der nämliche petrographische Typus gewisser Sandsteine mächtigen Reihen von Schichten eigen, die theils obere secundäre, theils untere tertiäre Gebilde sind.

Ueber die jüngeren tertiären Gesteine der Alpen und bis zu welcher Ausdehnung sie die miocenen und pliocenen Gebilde vertreten.

Allenthalben in den nördlichen Alpen stoßen wir auf unverkennbare Spuren eines Zwischenraumes zwischen den jüngsten Schichten, der eocenen Gruppe und den zunächst darauf folgenden Schichten, die Jedermann als tertiäre erkannt hat. Zu der großen Gleichförmigkeit, welche sich in der Lagerung tertiärer Gebilde an den Gehängen der venetianischen Alpen um Bassano zeigt, bieten die gestörten Verhältnisse am nördlichen Ende der Alpen einen schroffen Gegensatz. Es unterliegt keinem Zweifel, daß zwischen dem oberen Theil des Flysches und dem unteren Theil irgend einer darauf folgenden Tertiär-Formation sich so beträchtliche Störungen wahrnehmen lassen, daß der Mangel der obersten eocenen oder untersten miocenen Schichten nicht schwer zu erklären ist. Studer, der seine gründlichen Forschungen seit geraumer Zeit auf die Molasse und Nagelsflue seines Heimathlandes ausdehnt, suchte bis jetzt vergebens nach einem Profil, das eine physische Verbindung

zwischen diesen Gebilden und der oberen Abtheilung der uns beschäftigenden Gesteine ermitteln ließ. Molasse und Nagelslue sind unter den verschiedensten Winkeln aufgerichtet (die Schichten derselben stehen oft auf dem Kopf) und zwar in einer, dem Streichen der früher vorhandenen Felsmassen parallelen Richtung, nämlich von W.=S.=W. nach N.=N.=D. Die Art und Weise, auf welche manche der tertiären Conglomerate und die Molasse an die Gehänge der Gebirgskette gelangten, soll betrachtet werden, wenn wir zu ermitteln versucht haben, ob die fossilen Reste keinen Aufschluß über das wahre Alter dieser Ablagerungen gewähren.

In Steyermark *) gibt es eine ansteigende Reihe von einer Basis mit Conglomeraten, das Ganze ruht auf älteren Gesteinen und fällt unter jüngeren Gesteinen der angrenzenden Niederungen ein. Aber gegen das nördliche Gehänge der Alpen hin, zumal in der Schweiz und in Baiern, treten andere physische Verhältnisse ein. Hinsichtlich der Schweiz muß ich auf das wohlbekannte und gediegene Werk Studer's über die Molasse und auf Escher's neuere Forschungen verweisen. **) Wir lernen die mannigfachen Störungen, welche dies Gebilde betrafen, so wie die verschiedene petrographische Beschaffenheit desselben kennen. In den gigantischen Ablagerungen des Rigi finden sich Granit- und Porphyr-Geschiebe und die Gesteine, von welchen sie stammen, haben die Geologen bis jetzt vergeblich in

*) Dem Bericht über die tertiären Ablagerungen in Steiermark, den Sedgwick und ich einst erstatteten [Trans. of the Geol. Soc. of Lond. vol. III. 2nd. ser. pag. 382.], folgte unlängst eine umfassende Schilderung der fossilen Pflanzen von Unger in Gräb. [Jahrb. f. Min., Jahrg. 1841, S. 505.] Er zählt beinahe 150 Arten aus einer Braunkohlen-Ablagerung auf, die sämmtlich nicht mehr vorhanden sind. Außer vielen Dicotyledonen von in Europa häufigen Geschlechtern finden sich andere Geschlechter, die an ein so warmes Klima wie im südlichen Amerika während noch andere an die Flora der Vereinigten Staaten und des Tafellandes von Mexico erinnern. Unger glaubt im Allgemeinen, daß diese Pflanzen einem mittelländischen Klima und dem miocenen Alter angehören.

**) Vergl. Escher's Bericht über die Molasse der östlichen Alpen in den Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich, No. 7, Mai 1847. Escher bemerkt, daß — wiewohl eine beträchtliche Ablagerung von Meeres-Molasse (nicht weniger als 1000 Fuß mächtig bei Bern) zwischen der oberen und unteren Süßwasser-Molasse und Nagelslue erscheine — ihm durchaus kein, auf zoologische Weise gegründeter Unterschied zwischen den beiden letztgenannten Gliedern der großen Reihe bekannt sei. Ein warmes Klima, dem Wachsthum von Palmen und großer Cycadeen günstig, scheint während der ganzen Molasse-Periode geherrscht zu haben; die Arten von Helix, Lymnea, Planorbis, Melania scheinen dieselben in den Schichten unter- und oberhalb der Meeres-Molasse.

den Alpen gesucht.*) Es ist klar, daß die Hauptmassen zu solchem Material von dem wohlbekannten, angrenzenden Rücken secundären Kalksteines stammt; so wie von einer beträchtlichen Menge Gyps, welches Gebilde auch eine hinreichende Quantität zu dem sandig-kalkigen Muttergestein der Nagelfluhe lieferte. Escher hat nachgewiesen, daß das große System der Nagelfluhe und Molasse in drei Zonen zerfällt. Die tiefste, sichtbare Abtheilung der untersten Zone ist längs einer großen axialen Linie entblößt, die von Rheinfelden im N.-D. über Herisau, Wattenwil, Zonen östlich von Rapperswil nach dem östlichen Ufer des Züricher Sees und nach Hutten in S.-W. geht. Von da zieht sie sich zwischen den Seen von Egeri und Zug nördlich von Luzern, von wo sie wohl weiter nach S.-W., gegen das westliche Ende des Thuner Sees verfolgt werden kann. Längs dieser Linie erscheint der Molasse-Sandstein in vertikaler oder sehr geneigter Lage, über ihm Conglomerate von beträchtlicher Mächtigkeit. Werden die Massen von Nagelfluhe, welche den Rigi und den noch höheren Speer umfassen zusammengefaßt, in eine Gruppe vereint, so muß deren Mächtigkeit eine ungeheuerere seyn, und mindestens 6000 bis 8000 Fuß betragen. Die Axial-Linie streicht von W.-S.-W. nach N.-N.-D. und ist vollkommen parallel mit dem großen Streifen von Kreide-Gebilden, von Nummuliten und Gyps, die ich schilderte, und zu welchen den Nagelfluhe- und Molasse-Schichten eine gänzlich abweichende Lagerung eigen. Es hört diese Hebungslinie keineswegs am östlichen Ende der Schweiz auf. Sie setzt — wie schon gesagt — in gleicher Richtung von Bregenz bis nach Immenstadt in Baiern fort; ihre Wirkungen zeigen sich an den oft auf dem Kopf stehenden nach Norden und Süden einfallenden Tertiär-Schichten. In einigen Gebilden gleichen Alters in Baiern fanden Sedgwick und ich Süßwasser-Muscheln, nämlich Cyclades und Potamides, zugleich mit Meeres-Muscheln. Im Allgemeinen entdeckten wir aber so wenige fossile Reste in diesen mächtigen Anhäufungen, daß wir, sie mit der Molasse und Nagelfluhe der Schweiz verbindend, damals bemerkten, daß, zu welchen Schlüssen Studer und andere Geologen auch hinsichtlich der Schweizer Formationen gelangen möchten, sie auf einen Theil der kaiserlichen Ablagerungen ausgedehnt werden könnten. In der sogenannten unteren Gruppe, die hauptsächlich im Kanton St. Gallen erscheint, hat man bis jetzt nur Braunkohle mit Landpflanzen, einige Land- oder Flußmuscheln nebst Knochen ausgestorbener Vierfüßler gefunden; Escher betrachtet sie demnach mit vollem Recht als eine Süßwasser-Formation.

*) Studer sagt in einem Briefe an mich, er glaube, daß die Granit-Fragmente von einer Masse stammen, die längs der großen Hebungslinie zwischen der Molasse und der Gebirgskette hervorgetrieben und später wieder von den mächtigen Ablagerungen der Nagelfluhe bedeckt wurde.

Welches aber auch die Mächtigkeit dieser untern (aus süßem und salzigem Wasser abgesetzten) Abtheilung der Reihe sey, sie wird von Sandstein, Molasse und Mergeln von beträchtlicher Mächtigkeit bedeckt, welche zahlreiche Reste von Meeresbewohnern enthalten. Ich erhielt eine große Sammlung von Professor Deicke aus St. Gallen, und untersuchte gemeinschaftlich mit diesem und mit Brunner die Versteinerungen-führenden Schichten. Sie bestehen vorzugsweise aus sandigen, glimmerigen blauen Mergeln, wechsellagernd mit Sandsteinen, und zwischen Conglomerat-Bänken auftretend. Unter den charakteristischen Petrefacten von St. Gallen nenne ich: *Solen vagina* (Linn.), *Panopaea Faujasi* (Menard), *Cardium multicostatum* (Broc.), *Venerupis eremita* (Venus Broc.), *Venericardia Jouanetti*? (Desh.), *Pinna nobilis* (Broc.), *Pecten scabrellus* und *P. latissimus* (Broc.), *Conus turricula* (Broc.), nebst anderen Arten dieses Geschlechtes, *Turritella terebra* (Broc.), *T. vermicularis*, *Pyrula reticulata* (Lam.), *Natica canrena*, (Nerita Broc.), *Phorus agglutinans* (Lam.), nebst Arten der Geschlechter *Pholas*, *Venus*, *Cardium*, *Dentalium*, *Serpula*, *Balanus* u. s. w. *) Die Profile bei St. Gallen zeigen Schichten mit Meeres-Muscheln zwischen Süßwasser-Ablagerungen, welche *Melania Escheri* (Merian) und *Planorbis hispidus*, *Pupa*, *Melanopsis*, *Potamides* und außerdem kleine Parthieen von *Braunkohle* enthalten.

Das, obwohl unvollständige Verzeichniß der Muscheln von St. Gallen wird wohl genügen, um darzuthun, daß die dortigen Schichten ungefähr gleichen Alters mit den blauen subapenninischen Mergeln Italiens sind, also ältere pliocene. Die Meeres-Muscheln-führenden Schichten der Molasse im Kanton Bern — obschon niedrig in der Reihe — verweist Studer in die nämliche Gruppe. Wenn auch die Petrefacten weder so zahlreich, noch so wohl erhalten, wie bei St. Gallen sind, so spricht doch die Gegenwart von *Panopaea Faujasii*, *Pecten laticostatus*, (Broc.), *Cyprina Islandica*, *Tellina tumida* (Brong.) — sämmtlich charakteristische Arten der Subapenninen-Ablagerungen — sehr zu seinen Gunsten. In Bern, wie in St. Gallen und in Zürich bedecken die fraglichen Meeres-Ablagerungen — nach Studer — weit ausgebreitete Süßwasser-Gebilde.

Im Kanton Waadt, wo Ueberbleibsel von Schildkröten, Krokodilen und ausgestorbenen Bierfüßlern vorkommen, lassen sich Schichtenfolge und gegenseitige Verhältnisse nur schwer ermitteln, namentlich in den wellenförmigen Regionen zwischen den Seen von Neuchâtel und Genf. Beachtung verdient der Umstand, daß in den Umgebungen von Yveroy, wo allenthalben Molasse

*) Ob die Versteinerungen von St. Gallen ältere pliocene oder jüngere miocene zu nennen seien, ziehe ich hier nicht in Betracht; ich mache nur auf die zahlreichen Meeresbewohner aufmerksam.

und Nagelflue herrschen, keine Reste von Meeressthiereu bis jetzt gefunden wurden; das einzige Petrefact, *Palmacites*, hat Collon entdeckt. *) Die tertiären Conglomerate und die Molasse zeigen vielfache Störungen und ein umgekehrtes Einfallen; sie scheinen die angrenzenden sekundären Gebilde zu unterteufen, obwohl sie mit Oxford-Schichten in Berührung treten. In den Umgebungen von Chambéry läßt sich recht deutlich sehen, wie Meeres-Ab-lagerungen die Süßwasser-Conglomerate bedecken. Ich wurde von Chamousset zu Profilen geleitet, wo ein aus dem Gruß des angrenzenden Neocomien-Kalksteines hervorgegangenes Conglomerat Süßwasser-Muscheln und Braunkohle führt. In einer Gegend, wo alle Zwischenbildungen, welche den Gault, den obern Grünsand, die Kreide-, Nummuliten- und Glysch-Massen vertreten, fehlen, ruhen die Süßwasser-Ablagerungen unmittelbar auf sekundärem Neocomien-Kalkstein, aus dem sie selbst entstanden, und gehen nach oben in Meeres-Molasse über.

Die untere Süßwasser-Ablagerung in Savoyen hat eine Mächtigkeit von 1000 Fuß. Ihre tiefsten Schichten bestehen aus Kalkstein-Conglomeraten, dann folgen rothe, grüngefleckte Mergel, mit Zwischen=Lagen von Gyps. Diese bedecken andere kalkige Conglomerat-Bänke, mit untergeordneten Streifen mergeligen Kalksteines mit Süßwasser-Muscheln. Auf den letzteren ruhen mergelige Sand-Schichten, die sich dem Charakter der Molasse nähern und endlich förmlich in wahre Meeres-Molasse übergehen.

Die Meeres-Molasse der Kantone von St. Gallen und von Zürich fällt nach N.-W. ein und wird von beträchtlichen Ablagerungen bedeckt, welche die obere Nagelflue zusammensetzen; nur Land- oder Süßwasser-Muscheln wurden bis jetzt in derselben gefunden, Arten der Geschlechter *Melania*, *Helix*, *Planorbis*, *Lymnea*, nicht zu unterscheiden von den unterhalb der Meeres-Abfälle, in der Nagelflue und Molasse vorkommenden. In einer Abtheilung dieses oberen Gliedes der Nagelflue hat man bei Rappnau und am Albis-Berg bei Zürich Süßwasser-Schichten entdeckt, welche *Helix* und Saamen von *Chara* enthalten, so wie Gebeine von *Mastodon angustidens*, *Palaeomeryx*, *Orygotherium Escheri*, *Chalicomys Jägeri*, *Cervus lunatus*, *Hotherium medium*, *Rhinoceros Schinzii*, sämmtlich durch H. v. Meyer geschilderte Arten. Man hat auch in den nämlichen Schichten Blätter von *Acer* und von Palmen-artigen Gewächsen gefunden. **) Molasse und

*) Collon in Lausanne besitzt eine reiche Sammlung fossiler Reste aus dem Waadtland. Er glaubt, daß die einzelnen Ablagerungen von verschiedenem Alter sind je nach ihrer Nähe oder Entfernung von der Gebirgskette, von welcher sie durch Strömungen der Bucht zugeführt wurden.

**) *Mastodon angustidens* ist nicht selten (Buchberg, Elgg u. s. w.); *Rhinoceros incisus* kommt bei Elgg vor, *Rhinoceros Schinzii* (H. v. Meyer) in der

Nagelflue treten in noch viel höheren Regionen auf, namentlich an den Gipfeln der Berge um Zürich, wo sich die Conglomerat-Bänke voll Höhlungen zeigen, weshalb der Name „löcherige Nagelflue;“ charakteristische fossile Reste finden sich aber keine in ihr.

Verfolgt man die Oberfläche der mächtigen Ablagerungen von ihrer gestörten und geneigten Lage an den Alpen-Gehängen zu der großen Mulde, die sich gegen den Jura ausdehnt, so gewinnen die Schichten mehr und mehr eine horizontale Lage, doch läßt sich stets die nämliche Schichtenfolge beobachten. Allenthalben, und zumal bei Baden in der Schweiz, sehen wir Mergel und Sandsteine mit derselben Gruppe von Subapenninen = Petrefacten von Süßwasser-Nagelflue bedeckt. *)

Die vegetabilischen Ueberbleibsel in der Molasse deuten alle auf ein warmes oder mittelländisches Klima hin und gehören sämtlich ausgestorbenen Arten an. Wir wollen uns deren Betrachtung zuwenden. †

Süßwasser-Ablagerungen von Genèven.

Verfolgt man die obersten Schichten der Nagelflue und Molasse von den Bergen, welche die Kette des Sentis begrenzen, nach dem Tieflande, welches sich zwischen dem Züricher See, dem Bodensee und dem Rhein ausdehnt, welches — wo es durch Versteinerungen und Braunkohle charakterisirt wird — wohl als ein, von einem hereingedrungenen Meeresarm abgesetztes Gebilde betrachtet werden kann, so findet sich auf dem rechten Rheinufer, zwischen Konstanz und Schaffhausen die berühmte Süßwasser-Ablagerung, die ich nun zum dritten Male besuchte und, wie schon früher, als in einer Vertiefung der früher vorhandenen Molasse oder Nagelflue gebildet, ansehe. Als ich zum letztenmale an Ort und Stelle war, drängte mich besonders der Wunsch zu erfahren, ob neue Entdeckungen im Gebiete der fossilen Fauna und Flora größere Aufschlüsse über das Alter der fraglichen Ablagerung

Nagelflue bei Bollingen, ferner am Fuß des Albis zugleich mit *Unio Escheri* und ausgestorbenen Arten von *Paludina*, *Melania* u. s. w. Bei Winterthur finden sich Molasse-Petrefacten, darunter Schildkröten. Die obere Molasse-Gruppe mit Säugethier-Resten ist deutlich von dem älteren Alluvium jener Gegenden geschieden, wie z. B. bei Auzach, wo *Elephas primigenius* zugleich mit Land- und Süßwasser-Muscheln getroffen wird.

*) Ueber die bei Baden vorkommenden Petrefacten vergl. die treffliche Monographie von Mousson in Zürich: „Geologische Skizze der Umgebungen von Baden im Canton Aargau“; Zürich, 1840. Der Leser kann sich ausführlich über das Auftreten von Jura- und anderen Gebilden unterrichten, die ihren fossilen Resten gemäß, große Analogieen mit den volithischen Ablagerungen Englands zeigen.

gewährten. *) Ich darf wohl sagen, daß meine früher ausgesprochene Behauptung durch Studer, Escher und andere Schweizer Geologen unterstützt wird, nämlich: daß die Süßwasser-Sandsteine, Mergel und Kalksteine jünger als die Hauptmassen der Molasse und Nagelsflue der Schweiz sind.

Der Raum, über welchen die sandigen Mergel und Kalksteine dieser Ablagerung sich ausdehnen, beschränkt sich nicht allein auf jene Strecken, wo Steinbrüche angelegt und die zahlreichen Petrefacten entdeckt wurden; er hat eine verlängerte elliptische Form und zieht sich am Rhein hin von Berlingen auf dem rechten, nach Wangen und Deningen bei Stein auf dem linken Ufer, eine Entfernung von zehn Meilen aus Osten nach Westen. Man muß dies schließen, weil Süßwasser-Muscheln in dem weichen Sandstein von Berlingen gefunden wurden, welchem Gebilde die nämlichen Charaktere eignen, wie dem von Deningen. Es dürften die Ablagerungen einen nicht unbedeutenden Raum in dem breiten, jetzt vom Rhein und Untersee erfüllten Thale eingenommen haben, so daß deren frühere Grenzen nach O. und N.=O. schwer zu bestimmen sind. **) Gegen S.=W. und N.=W. wird eine natürliche Grenze gebildet durch die Hügel der früher vorhandenen Nagelsflue, deren Gipfel mit erratischen Blöcken bedeckt sind. Niemand wird diese unzerstörbaren Nagelsflue-Felsen, von welchen Schloß Hohenklingen auf Stein herabschaut, besteigen, ohne auf den Gedanken zu kommen, daß die Felsmassen einst die Grenze des Sees ausmachten. Die tiefsten Schichten des Deninger Beckens — wie sie z. B. in der Schlucht zwischen Stein und Wangen zu Tage gehen — bestehen aus losen, glimmerigen, lichtgrauen Sandsteinen, hie und da kleine Concretionen umschließend. Es ist eine regenerirte Molasse, hervorgegangen aus der härteren, dunkelgrauen, oft als Baustein benutzten Molasse, welcher sie so ähnlich sieht, wie der Sand am Ufer eines Sees den Sandstein-Klippen, von welchen er ursprünglich stammt; also der nämliche weiche Sandstein, der bei Berlingen, zwischen Constanz und Stockhorn vorkommt, und Süßwasser-Muscheln umschließt.

*) Ich ward bei diesem Besuche von Brunner begleitet. Meiner früheren Schilderung von Deningen [Trans. of the Geol. Soc. 2nd. ser. vol. III. pg. 277.] war ein Profil beigelegt, worauf die Molasse und Nagelsflue in geneigter Lage angedeutet wurden, obwohl mir damals bekannt war, daß in der ganzen Gegend keine geneigten Schichten vorkommen. Es sollten diese Linien nur meine Vermuthung ausdrücken, daß solche Gesteine, denen in den nachbarlichen Landstrichen eine so geneigte Lage eigen, höheren Alters seien, als die Mergel und Kalksteine von Deningen. Vergl. den von Escher von der Lintz erstatteten Bericht, S. v. Meyer's Palaeologica, und meine eigenen Beobachtungen.

**) Nach Escher dehnen sich die Süßwasser-Ablagerungen vom Schiener Berg bis in das Nach-Thal aus.

Von Wangen gegen die Steinbrüche hinan sind die Sandsteine in bedeutender Mächtigkeit entwickelt; am Gipfel enthalten sie Zwischenlager von Mergel und Kalkstein. Es wechseln Schichten der regenerirten, lichtgrauen, glimmerigen und kalkigen Molasse mit dünn geschichtetem, dunkelgrauem Mergel und bituminösem Kalkstein. Obgleich ohne großen Zusammenhang, hie und da zertrümmert, neigen sich die Schichten (deren oberer Theil etwas eisenreich) sanft nach W. oder vom Rheinthale ab, und unterteufen auf solche Weise alle Kalksteine und Mergel des Plateaus. Unter den aufgefundenen Petrefacten muß *Palaeomerix* (*H. v. Meyer*) genannt werden, nebst Schildkröten-Nesten; indeß sind — wegen der Unregelmäßigkeit in der Schichten-Zusammensetzung — die Petrefacten weder so häufig noch so wohl erhalten, wie in den höheren Steinbrüchen.

Auf der leicht geneigten Fläche des Plateaus, oberhalb des unteren Steinbruches, liegen — ungefähr drei Viertel-Meilen von den letzteren entfernt, in dem oberen Steinbruch *) folgende Schichten (in absteigender Ordnung) auf einander:

	Fuß Zoll	
Weiche, zersetzte blaugraue und weiße Mergel (deren man sich als Ziegel-erde bedient; die untere Abtheilung besteht aus zwei bis acht Zoll mächtigen Mergel-Lagen mit Quarz-Theilchen)	20	0
Weiche Schichten, in denen ein Mastodon-Zahn gefunden wurde	1	6
An Fisch-Nesten reiche Mergel	0	2
Insecten enthaltende dünne Mergel-Lagen	0	2
„Kleine und große Noden,“ Kalksteine mit wenigen Fischen	4	0
„Salamander-Platten,“ in welchen die <i>Andrias Scheuchzeri</i> gefunden wurde, Fische sind selten	0	5
„Schildkröten-Schichten,“ in denen die <i>Chelydra Murchisoni</i> (<i>Bell</i>) entdeckt wurde	0	6
Schiefer oder Mergel	1	0
„Diehlstein,“ so genannt, weil die Schichten sich in lange, dünne Platten spalten	1	0
„Fuchs-Schichten,“ mergeliger Kalkstein in dem <i>Galecynus Oeningensis</i> gefunden wurde	0	4
Fisch-Schichten, in welchen Reste von Fischen, Fröschen und mehreren kleinen Vierfüßlern gefunden wurden	0	6
„Kessel-Stein,“ tiefste Schichten des Steinbruches, in denen Pflanzen-Reste und Süßwasser-Muscheln, <i>Anodonta</i> , vorkommen	1	2

Die Ablagerung von Denningen, hoch stehend in der geologischen Reihe und später gebildet als die, gewisse ausgestorbene Meeres-Muscheln füh-

*) Bei meinem letzten Besuche war ich so glücklich, den damaligen Eigenthümer des Steinbruchs *Barth* anzutreffen, dem ich auch die gegebene Schichtenfolge verdanke. Er beschäftigt sich gänzlich mit Aufsuchung der selteneren fossilen Reste, die zum Verkauf angeboten werden. Eine ungemein reiche Sammlung der Denninger Petrefacten besitzt *Seyfried* in Constanz, wo ich unter anderen kürzlich entdeckten Nesten fünf ausge-

renden Meeres-Schichten von St. Gallen und Baden, können indessen doch nicht, wie ich schon früher vermuthete, als ein verknüpfendes Band zwischen jetziger und dahingeschwundener Natur gelten. Seltsame und bedeutende Veränderungen haben im Gegentheil seit Ablagerung des Gebildes statt gefunden. Ich machte bereits aufmerksam, bis zu welcher Tiefe das Rheinthal ausgeweitet wurde, wie sich später Drift, erratische Blöcke und Löß ablagerten. Was ich damals durch Selbstanschauung oder durch Mittheilungen anderer Naturforscher hinsichtlich der Reste von Thieren, (es seien nun Vierfüßler, Fische, Muscheln oder Insecten) oder von Pflanzen ermitteln konnte, leitete mich auf den Schluß: daß dieselben noch vorhandenen Formen sehr nahe stehen, von manchen nicht zu unterscheiden seyen.

Genauere Untersuchungen haben zu anderen Folgerungen geführt. Unter den zahlreichen, wohl erhaltenen Petrefacten ist nicht eines, das genau mit einer jetzt lebenden Art identificirt werden könnte. Die größte Analogie waltet zwischen der Art und Weise, wie Thiere und Pflanzen im Schlamm des früheren Sees begraben worden, und wie sie jetzt noch vorhanden. So kommen z. B. die fossilen Insecten *Blatta* und *Nepa* zugleich mit fossilen Resten eines Baumes vor, auf dem sie jetzt noch leben — aber die Arten sind verschieden von den noch vorhandenen. Ich verweise in dieser Hinsicht auf die Mittheilungen *Heer's*. Dieser eifrige Naturforscher versicherte mich, daß er von 120 Arten von *Colcoptera*, von 40 Arten von *Neuroptera* und von 80 Arten von *Hymenoptera* — 60 des letzteren gehören zu *Formica* — nach den sorgfältigsten microscopischen Untersuchungen auch nicht die Eine Form habe auffinden können, völlig identisch einer noch lebenden auf der Erde. Allerdings nähern sich manche Arten gegenwärtig in Amerika und im Mittelmeer vorhandenen (namentlich *Algeria*); einige Geschlechter — wenigstens sechs — sind ganz neu.*)

Ähnliche Ansichten hegt *Agassiz* in Betreff der *Deninger* Fische, und ebenso verhält es sich mit den vielen Vierfüßlern, die wir durch die Arbeiten von *H. v. Meyer* kennen lernten, oder mit dem von *Dwen* als *Galecynus Oeningensis* bezeichneten Thiere, dem „fossilen Fuchs“ von *Deningen*. Selbst auf die Pflanzen-Reste können diese Gesetze ausgedehnt

zeichnete Exemplare von *Andrias Scheuchzeri*, (*Homo diluvii testis*) sah, ferner *Lagomys Oeningensis*, *Chelydra Murchisoni*, und eine noch unbeschriebene Schildkröten-Art; unter den zahlreichen, wohl erhaltenen Fischen sah ich einen drei Fuß langen *Hal Coluber Owenii*, auch einen Zahn von *Mastodon angustidens* u. s. w.

*) *Heer's* Monographie der fossilen Insecten von *Deningen* wird sicherlich von Entomologen und Geologen freudig aufgenommen werden, da sie zu so interessanten Vergleichen Veranlassung gibt. In einem späteren Werk will *Heer* die fossilen Insecten von *Nix* in *Provence* schildern.

werden, und wenn auch Göppert bemerkt, er finde in einem Falle keinen Unterschied zwischen dem fossilen Zapfen einer Tanne von Deningen und jenem einer noch vorhandenen *Pinus sylvestris*, so fehlen doch hinreichende Beweise, um darzuthun, daß es nicht eine ausgestorbene Art ist.

Welche Stelle sollen wir nun auf dem Land abgesetzten tertiären Schichten anweisen im Verhältniß zu jenen, die sich aus dem Meere abgelagerten? In letzteren, in der Schweizer Meeres-Molasse, finden wir Schichten, früher gebildet als die Deninger Gesteine, Muscheln der Subapenninen-Mera enthaltend, von denen ohne Zweifel noch manche in unserem Meere leben,*) während Land- und Flußbewohner, einer späteren Epoche angehörig, sich gänzlich verschieden zeigen von den noch vorhandenen. Betrachtet man die Molasse und Nagelfluhe als ein Ganzes, so lehrt uns die Erfahrung, daß die Formation an vielen Orten völlig Flüssen oder Seen ihre Entstehung verdankt, während an anderen Stellen, wie in den Umgebungen von Bern und St. Gallen, sich mächtige Blöcke von in Meeres-Buchten gebildeten Massen abgelagerten. Fassen wir das Ganze als eine verbundene Reihe zusammen, und geben zu, daß in den tiefsten wie in den höchsten Schichten, ja selbst in der regenerirten Molasse und in den Mergeln von Deningen die Reste von Landbewohnern ausgestorbenen Arten angehören, so bleibt uns dennoch die merkwürdige Thatsache, daß in den untergeordneten Meeres-Abfäßen Muscheln, noch lebenden Arten angehörig, vorkommen.

Es haben so verschiedenartige Beweise hinsichtlich des Alters der fraglichen Ablagerung die mannigfachsten Meinungen erregt. H. v. Meyer, nach den Vertebraten urtheilend, die in den älteren Süßwasser-Gebilden am Rhein und in anderen Gegenden Deutschlands gefunden werden, wo Meeresthiere-Reste fehlen, würde solche als eocene bezeichnen, welche andere Geologen miocene nennen; er hat für miocene die Gebilde von Deningen mit ihren, ausgestorbenen Arten angehörigen Resten erklärt, welche jedoch nach Ablagerung der Schichten entstanden, in welchen pliocene und lebende Meeres-Muscheln vorkommen.

Die Fortdauer von Meeresthieren während einer Periode, in welcher eine ganze Land-Fauna zu Grunde ging — einer Periode, in der die bekannte Zahl der Landbewohner jene des Meeres bei weitem überwog, sollte uns vorsichtig machen in der Entscheidung über das Alter einer Formation,

*) Ich verweise hier auf die neuerdings dargelegten Ansichten von Lyell und Deshayes. Cantraine behauptet sogar, daß alle ächten pliocenen oder subapenninen Arten noch leben. [Vergl. *Malacologie mediterraniene et littorale*, Mem. de l'Acad. de Bruxelles, tom. XII. (1840.)] Dagegen macht Agassiz darauf aufmerksam, daß kein Thier, dem die genaue Gestalt einer fossilen tertiären Molluske eigen, noch in unseren Meeren getroffen wird.

die einzig durch ihre fossile Flora characterisirt wird. Jedenfalls bestimmen uns die fossilen Reste in den oberen tertiären Ablagerungen in der Schweiz, daß bei jeder Classification einer Land-Formation nach den mehr oder weniger vorherrschenden lebenden Typen, selbst die jüngsten solcher Gebilde bei Deningen nicht als miocene oder pliocene anzusehen. So entschieden gehören in der That alle ihre fossilen Ueberbleibsel verloren gegangenen Typen an, daß wir nicht einmal volles Recht haben, sie eocen zu nennen, abgesehen davon, daß sie aus dem Gruß mariner eocener alpinischer Gesteine hervorgingen. Es bleibt also nichts übrig, als solche in süßem Wasser oder auf dem Land abgesezte Schichten besonders zu classificiren. Was die tertiäre Aera angeht, so können wir von jenen nur als von älteren und jüngeren Land-Formationen sprechen. *)

Störungen in den Alpen.**)

Bis jetzt hat uns die Betrachtung der verschiedenen, auf einander folgenden Schichten-Gruppen beschäftigt. Es soll nun zunächst von einigen Beispielen der großartigen Phänomene der Windung, des Bruches, der Zertrümmerung von Schichten die Rede sein, die jenes Gebirge so sehr characterisiren. Welche auch die Ursachen gewesen seyn mögen: die Wirkungen sind so bedeutend, daß ein Geolog, der nicht gewohnt ist, seine Forschungen in solchen gestörten Regionen anzustellen, kaum zu hoffen wagen wird, Schichten-Reihen nachzuweisen, noch viel weniger — wie ich es gethan habe — gewisse, die secundären und tertiären Gebilde verknüpfende Bande aufzufinden, die — wenn sie nicht gänzlich mangeln — im nördlichen Europa keineswegs deutlich sind. Ich will nun versuchen, die Art und Weise zu erklären, auf welche in den Alpen verschiedene Formationen in Unordnung gebracht, oft völlig umgestürzt, und dann durch ungeheure Spalten aus einander gerissen wurden.

Fast in allen Alpen-Gegenden wird man bemerken, daß, welches auch die größere Aze der krystallinischen Masse *** im Centrum sey, mit derselben das vorwaltende Streichen aller zu beiden Seiten liegenden sedimentären Gebilde übereinstimmt. So sehen wir in den östlichen Alpen zwei vorherrschende

*) Die Vermischung verllorener Typen großer Landthiere mit Arten, die kaum von jetzt bei uns lebenden zu unterscheiden sind, in den ungeheuren tertiären Ablagerungen an der Himalaya-Kette, ist ein glänzender Beweis für die Schwierigkeit, solche Land-Ablagerungen mit den, unter dem Namen eocene, miocene und pliocene bekannten Meeres-Absätzen vergleichen zu wollen.

**) Hierzu die Profil-Tafel.

***) Unter „krystallinischen Massen“ verstehe ich Granit, Gneiß, Glimmerschiefer, Marmor u. s. w. — kurz alle, entweder durch Eruption, oder durch Metamorphismus vorhandener Gesteine gebildete Felsarten, denen jetzt eine krystallinische Beschaffenheit eigen.

ellipsoidale Granit-Parthieen; die eine dehnt sich von der Iffiger Spitze oberhalb Meran in die Gegend von Brunecken, *) während sich die andere, der ungefähr eine gleiche Länge eigen, in den erhabenen Regionen von den Quellen des Mur-Flusses auf dessen linkem Ufer hinzieht, um den Kern der Norischen Alpen zu bilden. Es bezeichnen diese von W.=S.=W. nach D.=N.=D. streichenden Ellipsen scharf die Axt der östlichen Alpen; südlich von Wien bemerken wir die Verlängerung dieser Axt in dem Kern des Leitha-Gebirges angedeutet. Das nämliche Streichen von W.=S.=W. nach D.=N.=D. besitzen alle sedimentäre Massen in den östlichen Alpen, Uebergangs-, secundäre und tertiäre Gebilde, man mag sie nun nordwärts zum Donau-Thal, oder südwärts bis in die Ebene von Wien verfolgen. Kleinere parallele Ellipsoide krystallinischer Gesteine erscheinen noch in den venetianischen Alpen bei Recoaro und in der Umgegend, an der Cima d'Asti, wo sie — dieselben mögen nun aus Glimmerschiefer oder aus Granit bestehen — die nämlichen Verhältnisse zu den umgebenden sedimentären Schichten wahrnehmen lassen. So verhalten sich demnach die größeren Axen der beträchtlichen Massen krystallinischer Gesteine, welche den mittleren Theil Tyrols einnehmen, so wie den größeren der Alpen der Lombardei und die Kerne der Schweiz, und nach ihnen richtet sich das vorherrschende Streichen der damit auf tretenden sedimentären Gebilde.

Westlich von Bern eignet sich die Kette mehr ein Streichen von N. und S. an, und hier ziehen, die zum großen Theil in hohem Grad metamorphosirten sedimentären Gesteine, parallel den Axen der Ellipsoiden des Mont Cervin und des Mont Blanc. Und hier muß man wohl beachten, daß je weiter die Kette von N.=D. nach S.=D. verfolgt wird, man von den deutlichsten Typen sedimentärer Schichten allmählig zwischen die bergigen Regionen der in so hohem Grade veränderten secundären Kalksteine in den Savoyer Alpen gelangt, von denen oben die Rede war. Ueber das Streichen der Hauptaxen dieser Bergmassen in den Meeresalpen vermag ich keine bestimmte Angabe mitzutheilen, sie scheinen sich fast rund herum zu biegen, so daß sie sich mit den Apenninen vereinigen, und die große Vertiefung von Piemont oder der Lombardei umgeben, und auf diese Weise einen äußeren Halbkreis bilden, dessen letzte äußere Biegung (Falte) der Monteferrato bei Turin ist. Ich glaube für unsere Zwecke zur Genüge bewiesen zu haben, daß der Richtung der Haupt-Axen der krystallinischen Gebirgskerne jener Gegenden auch das herrschende Streichen der angrenzenden sedimentären Ablagerungen folgt. Mögen nun solche Axen bezeichnet seyn durch

*) L. v. Buch machte mich hauptsächlich auf diese Granit-Ellipsoide aufmerksam, in deren Nähe sich die großartigsten Wirkungen des Metamorphismus zeigen.

Exportreibung von Granit, Syenit oder einer anderen sogenannten eruptiven Felsart, oder mögen sie aus metamorphosirten Schichten bestehen, — unzweifelhaft ist es, daß durch sie und längs derselben eine großartige Wirkung ausgeübt wurde, welche von solchem Einfluß auf alle an den Seiten liegenden sedimentären Gebilde war, daß ein allgemeiner Parallelismus zu den centralen Axen, in antiklinalen und synklinalen Biegungen und in tiefen longitudinalen Spalten entstand. Wir verweisen hier auf die noch nicht veröffentlichte Karte der Schweiz von Studer; und ein Blick auf die treffliche Karte von Frankreich, die Elie de Beaumont und Dufrenoy herausgegeben, wird dem Leser meine Meinung in Betreff der in hohem Grade gestörten Gebirgs-Gegenden südwestlich vom Mont Blanc erklären. Wegen Savoyen und Piemont sind die von Sismonda entworfenen Karten zu vergleichen.

Die Schweizer und Savoyer Alpen erlitten die heftigsten Bewegungen, und wir wollen uns deshalb gerade den verwickeltsten und am meisten gestörten Gegenden zuwenden, um die Verhältnisse am besten kennen zu lernen und zu entwirren. Wir haben schon darzuthun versucht, daß von den jurassischen Gebilden bis zum Jlysch (einschließlich) eine zusammenhängende Reihe submariner Schichten zu sehen ist, wie namentlich am Sentis der Fall. Die stark entblößten, tief eingeschnittenen Thäler zeigen deutlich die gleichförmig auf einander ruhenden Formationen. Eine merkwürdige Thatsache fesselt dabei besonders unsere Aufmerksamkeit: alle Schichten, von den eocen an abwärts, haben starke und leichte Windungen, Biegungen erlitten, manchmal in so hohem Grade, daß völlige Umstürzungen statt fanden. Ich glaube, daß derartige Biegungen zu den frühesten unter den großen physischen Veränderungen gehörten, welche diese submarinen Schichten betrafen, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß sie damals keine größere Härte und Festigkeit besaßen, als viele der weichen Ablagerungen, welche jetzt noch in Rußland *) und anderen Gegenden die Erdoberfläche bedecken, wo der Proceß einer Erhärtung und Krystallisation nicht zur Vollendung kam.

Endlich halte ich es für sehr möglich, daß — erklären wir auch die Macht, welche die Biegungen und Windungen hervorbrachte, wie wir wollen — alle auf die so seltsame Weise um und über einander gebogenen Schichten, eine nach der anderen, oft ohne Unterbrechung auf einander unter dem Meere abgelagert wurden, und daß sie nur geringe Festigkeit erlangt hatten, als jene Macht auf sie einzuwirken begann, als sie insgesammt gleichmäßige Biegungen und Windungen erlitten.

*) Vergl. Murchison, Geologie von Rußland. (Deutsche Bearbeitung von G. Leonhard, 13. Cap.) (1848.)

Nirgends habe ich die Windungen der Kalkgebilde in den Alpen so ausgezeichnet gesehen, wie an den Ufern des Bierwaldstätters Sees, gegen Altorf hin, in jener lehrreichen Querspalte, die sich so weit in das Herz der Gebirgskette erstreckt. Dort erblickt man an den ungeheuren, oft senkrechten Felswänden zu beiden Seiten der tiefen Spalte die verschiedensten Formationen, Oxford- oder Jura-Gebilde (in der Nähe der Tell's-Kapelle), unteren und oberen Neocomien, Grünsand, Gault und Seewerkalk (das Aequivalent der Kreide), endlich die nummulitischen und Gyps-Gebilde, sämmtlich gewunden, gleichförmig, in den vielartigsten Biegungen, auf einander liegend; es nehmen diese Windungen zu an Stärke und Häufigkeit, je mehr man sich dem Mittelpunkt des Metamorphismus nähert (gegen den St. Gotthard), sie nehmen ab, je weiter man sich davon entfernt. Mit andern Worten: die Krümmungen gehen in weitere, weniger verwickelte Bindungen über, je weiter man von dem nördlichen Abhang des St. Gotthard, als ein Centrum, zu den Gehängen der Gebirgskette kommt, wo sie sich in das Canton Luzern ausbreiten. Einige dieser interessanten Phänomene, welche in den Umgebungen von Altorf und an den Felswänden unfern des Sees wahrzunehmen sind, hat Lusser geschildert. *) Mit Recht schloß derselbe aus der Lagerungsweise, daß Gesteine mit Grünerde und Nummuliten zu wiederholten Malen in der Reihe auftreten, und daß diese Petrefacten in Schichten vorkommen, die zum Theil von höherem, zum Theil von jugendlichem Alter seyen. Die Bemühungen Lusser's, die Gesteine in der gestörten Gegend nach ihren mineralogischen Merkmalen und nach der scheinbaren Schichten-Ordnung zu classificiren, haben sich — es ist kaum nöthig es zu sagen — als fruchtlos bewährt. Man braucht nur die Nummuliten-Gebilde aus dem geologischen Labyrinth am Achsenberg unfern Altdorf nach N.-N.-W. zu verfolgen, so wird man sehen, wie dieselben sich regelmäßig über die Oberfläche der Kreide-Massen hinlegen, zuerst an der scharfen und theils zertrümmerten Synklinale des Syssikon, dann an dem Dom oder der Antiklinale des Berges oberhalb Brunnen, und endlich in der breiteren Synklinale des Muota-Thales.

*) Nachträgliche Bemerkungen zu der geognostischen Forschung und Darstellung des Alpen-Durchschnittes vom St. Gotthard bis über Uri am Zuger-See. (Denkschrift d. allgem. Schweiz. Gesellschaft f. d. gesammte Naturwissensch. I. 144 ff. Saussure — der übrigens in jenen Gegenden keine Petrefacten gefunden zu haben scheint — gedenkt der merkwürdigen Schichten-Krümmungen und Brüche. Er spricht von den Kalkstein-Schichten am Achsenberg, die zu wiederholten Malen in der Form des Buchstabens S gekrümmt seyen, und bemerkt, wie uns bereits Ballianieri in seinem „Origine delle Fontane“ auf die großartigen Erscheinungen aufmerksam gemacht habe. Saussure führt auch eine in der Gestalt des Buchstabens C gewundene Schichtenmasse an. (Voyages dans les Alpes, vol. IV., §. IX, pg. 1933 ff.)

Die steilen Felswände an den Ufern des Sees unfern Altorf sind in hohem Grade belehrend; sie zeigen den innigen Zusammenhang zwischen der Hauptaxial-Linie, den Biegungen der Schichten und den Bruch-Linien. Zwischen Brunnen und Flöelen erblickt man den Mittelpunkt der Windungen einer der Schichten-Massen an den gegenüberstehenden Felswänden, und es ist die allgemeine Streichungs-Linie dieser Windungen parallel der Axe, oder D.=N.=D. und W.=S.=W., während die Bruch-Linie, die zu beiden Seiten der Querspalte sichtbar ist, mit derselben parallel läuft. Es scheint also die Folge der Einwirkungen ohne Zweifel die gewesen zu sein, daß erst Windung, dann Bruch statt fand; die Kerne, d. h. die inneren Theile der gewundenen Massen und die Störungs-Linie, sind einander und der großen Axe der Gebirgskette parallel. Verfolgt man manche dieser Windungen, so zeigt es sich oft deutlich, wie eine obere Schichte unterhalb einer von höherem Alter — von der sie auch in geringer Entfernung unterteuft wird — gebogen ward; auch sieht man, wie mehrere Brüche sich an solchen Stellen der gewundenen Massen ereigneten, die am wenigsten Widerstand leisteten. Da meine Aufmerksamkeit besonders auf die Kreide und auf die über derselben auftretenden Gebilde gerichtet war, so gab ich mir nicht immer die Mühe, die durch den Metamorphismus veranlaßten Räthsel zu lösen, welche sich dem Wanderer bieten, sobald er sich der Wasserscheide der Gebirgskette nähert; es genügt mir zu ermitteln, auf welche Weise sich die fraglichen Schichten entwickelten, als die mächtigen Windungen sie vom Mittelpunkt nach der Seite hin drängten. In Beziehung auf das oben erwähnte Querprofil, das sich von Altdorf nach N.=N.=W. zieht, muß ich bemerken, daß wenn der Anschein nicht trügt, die Windungen sich der Wellen-artigen Progression anpassen, welche H. und W. Rogers in ihrer Abhandlung über die Apalachische Gebirgskette uns kennen lernten. Mit anderen Worten: die steileren Seiten der Antiklinale sind die entferntesten von der Axe, während die längere und weniger geneigte Seite jeder Antiklinalen der Kette näher steht. Man hat dies zuerst am Syssikon beobachtet, und an der Mündung des Muota=Thales dessen Bau schon beschrieben wurde. Die nummulitischen und Kreide-Gebilde auf der Südseite sind sehr geneigt, die Schichten stehen fast auf dem Kopf, während sie auf der nördlichen Seite nur unter einem Winkel von 20° bis 25° einfallen. Bei der nächsten großen Windung dieser Massen, gegen den Rigi hin, zeigt sich eine ungeheure Ueberstürzung; die jüngere Abtheilung der Nagelsflue liegt, mit einem umgekehrten Einfallen, unterhalb der Felswände der unteren Kreide. Wir haben hier eine Verwerfungs-kluft, die sicherlich viele tausend Fuß beträgt. In einem Zwischenraume von einigen Meilen sind alle die mächtigen und geneigten Schichten von Conglomerat und Sandstein entwickelt, welche den Rigi zusammensetzen. Es

treten demnach die jüngsten Gebilde in Berührung mit unteren Kreide=Schichten und fallen unter diesen ein, und da die Conglomerat- und Sandstein=Massen einst die Kreide=Ablagerungen, die nummulitischen und Flysch=Gebilde bedeckten, aus dem Material, das diese ihnen lieferten, hervorgingen, so können wir schließen, daß die Verwerfungskluft eine eben so große sein muß, als die Umstürzung Staunen=erregend ist. Die gänzliche Lösung des Zusammenhanges zwischen den Kreide=Gebilden und den sie begleitenden Gefährten, den nummulitischen Schichten und dem Flysch einerseits, der Molasse und Nagelfluhe andererseits, gehört zu den seltsamsten Störungen, auf die wir in der Schweiz stoßen. Die erwähnte Linie zieht vom Gehänge des Pilatus, zieht sich über die südliche Seite des Rigi nach dem östlichen Ufer des Sees von Lowerz, wo sie die Vereinigung zwischen den hohen Kreide=Piß des Schwyz überragenden Mythen, und der oberhalb der Kreide befindlichen Gesteine des Hackenpaß und von Lowerz bezeichnet. Aber hier treten verworfene Flysch=Massen, zerbrochene Nummuliten=Schichten zwischen den Kreide=Gebilden auf, unter denen sie einzufallen scheinen; hingegen scheinen die mächtigen Conglomerat=Bänke, welche den von Freunden der Natur so viel besuchten Roßberg zusammensetzen, ihrerseits die Nummulitenzone zu unterteufen. Es zeigt sich diese Umstürzung noch deutlicher, wenn man die nämlichen Massen gegen Einsiedeln verfolgt; die die untere und mittlere Molasse bedeckende Nagelfluhe tritt deutlich neben Nummuliten=Kalkstein auf, der alsbald unter Flysch=Bergen verschwindet, die gleichfalls nach S.=S.=D. oder gegen die Arde der Alpen aufgeworfen sind. Es ist dies ein, längs des nördlichen Abfalls der Kette ziemlich häufiges Phänomen, der in der äußeren Zone der östlichen Alpen vorherrschende Character, dessen schon Sedgwick und ich bei einer früheren Gelegenheit gedachten; damals war uns aber die Stärke jener Bewegungen noch nicht bekannt, durch welche in zu einander parallelen Linien, der älteste Theil jeder Gruppe auf die äußere oder jüngere Seite der Alpen gestürzt wurde, so daß die ältesten und jüngsten Gebilde in innige Berührung kamen.

Die Unterschiede zwischen regelmäßiger Schichtenfolge und gestörten Massen sehen wir in hohem Grade in den Umgebungen des Grünten und gegen die höheren Alpen zu. Kaum ist man an einem völlig symmetrischen Profil vorbeigekommen, so findet sich der Flysch gegen einen Kreide=Wall gestürzt. Wir kommen in der, „Hirsch=Sprung“ genannten Schlucht zu diesem Wall, und treffen die oberen Glieder der Reihe, die auf der anderen Seite der Antiklinalen gänzlich verloren sind. Am äußeren oder nördlichen Theil des Grünten befindet sich eine ähnliche ungeheure Verwerfungskluft, wie die oben beschriebene längs des Rigi und Roßberg; Nagelfluhe und Molasse treten unmittelbar neben unterem Neocomien auf. Die Molasse ist aber

hier so aufgeworfen, daß sie von den secundären Gebilden abwärts einfällt; indessen scheinen, längs der nämlichen Verwerfungsflucht, westlich vom Fluß Iller, alle Nagelsflue-Berge die Flysch-Zone zu unterteufen. Sie bezeichnen die große äußere Trennungs-Linie zwischen Molasse und allen früher vorhandenen Schichten, die sich von Immenstadt im Allgau nach Dornbirn und Haslach*) südl. von Bregenz zieht. Dieselbe Bruch-Linie erscheint ungemein deutlich im Canton Appenzell, längs des steilen, nordwestlichen Abhanges des Sentis. Die oberen Abtheilungen der ungeheuren Bänke von Molasse und Nagelsflue fallen nach S.=D. ein, abwärts von der oben erwähnten Axe von St. Gallen, und bilden einige Berge, deren hohe, scharfe Pizs sich bisweilen unter einem Winkel von 65° bis 70° neigen.

Besonders auffallend ist in dem Thal von Weißbad der Anblick der kühn ansteigenden tertiären Pizs und der ungeheuren Kreide-Wände, unter welchen sie einzufallen scheinen. Nähere Untersuchung zeigt aber einen beträchtlichen Raum zwischen den beiden Formationen. Das Thal ist zum Theil mit ungeheuren Gruß-Massen erfüllt, wie sie so häufig längs solchen Verwerfungsflüchten erscheinen; wir treffen in denselben Fragmente zerstörter Flysches, hie und da ein Bruchstück von Nummuliten-Kalkstein, als sichere Beweise der ungeheuren Zerstörung, welche die zwischen den genannten Formationen befindlichen Gesteine erlitten haben. An einem Punkte jedoch, bei einem kleinen Wasserfall unterhalb des Thurmes, einer der Felsmassen des Sentisstockes, beobachtete ich eine Flysch-Ablagerung, die unterhalb der Kreide-Gebilde des Berges erscheint, die wohl den Seewerk-Kalk oder die Kreide vertreten dürfte; in der Höhe, oberhalb des Wasserfalles sahen Brunner, und ich — nach einem nicht ungefährlichen und mühsamen Weg — eine Zone secundären Grünsandes. Escher hat nachgewiesen, daß die höchsten Massen aus Seewerkalkstein oder Kreide auf Grünsand und Neocomien ruhend, bestehen. Er hat mich belehrt, daß die Sentis-Gruppe nicht eine doppelte oder dreifache Kette sei, sondern aus sechs Linien von Rücken zusammengesetzt werde, in welchen sich Grünsand und Kreide wiederholten, bedeckt von Mulden-förmig abgelagerten jüngeren Gebilden. Escher hat mir beifolgende Profile mitgetheilt, das Ergebnis seiner anhaltenden und beharrlichen Untersuchungen jener Gegenden. Die in kurzen Zwischenräumen von einander gezogenen Quersprofile werden am besten darthun, auf welche Weise die verschiedenen auf einander folgenden Formationen Windungen erlitten, deren Axen, obgleich hie und da vertikal, gewöhnlich quer oder umgekehrt gegen die Haupt-Kette

*) Bei Haslach unfern Dornbirn auf dem rechten Rheinufer liegt der Nummuliten-Kalkstein so, daß ein der Versteinerungen Unkundiger wirklich glauben muß, er unterteufe die Kalksteine von Staufen, die aus unterem und oberem Neocomien bestehen.

der Alpen sind. Wir sehen, wie nummulitische eocene Gebilde (f, g) meistens Schichten von höherem Alter unterteufen, während an der südöstlichen Seite des Berges sie regelmäßig gegen die Alpen einfallen, hier regelmäßig auf Kreide und Grünsand abgelagert, sind sie auf der nördlichen Seite zwischen die Molasse (m) einerseits und zwischen die Kreide-Schichten (a, b, c, d) andererseits gestürzt, gewöhnlich unter letzteren einfallend.

Ein anderes, nicht minder lehrreiches Profil, dem obigen parallel, zieht sich von einem aus Molasse und Nagelsflue bestehenden Berg, *Speerberg* genannt, in N.=N.=W. quer durch eine umgekehrte, geneigte *Arce*, welche deutlich nummulitische Gesteine und Seewerkalkstein auf beiden Seiten eines Kernes aus Neocomien-Kalkstein zeigt; eine andere Krümmung hat die ganze Reihe bis zum *Glysch* Mulden-artig entwickelt, der *Inoceramen*-Kalkstein steigt schroff zu dem, *Lysskamm* genannten Berg empor, wovon wir, nach einigen Windungen ein in richtiger Folge (absteigendes) Profil sehen, sämtliche Kreide- und Jura-Gebilde der Gegend, wie sie namentlich an den Felswänden nördlich vom *Wallenstadter See* zu beobachten sind.

Genauere und gründliche Untersuchungen von Alpen-Gegenden, getreue geologische Karten derselben, — wie wir sie von einem L. v. Buch, *Studer*, *Gfcher* von der *Vinth* ausgeführt sehen — werden beweisen, daß — obwohl den größeren *Arce* stets ein Streichen von D.=N.=D. nach W.=S.=W. eigen — dennoch unzählige lokale Abweichungen stattfinden, und oft auf bedeutende Strecken. Es liegt in der Natur solcher Formationen, die sich auf diese Weise um Ellipsoiden anlegten, wie wir es oben beschrieben, daß sie lokale Abweichungen von einer Haupt-Linie wahrnehmen lassen. Wir finden derartige Abweichungen in den Massen, welche die große Ellipsoide von *Glarus* und *Graubünden* umgeben, denn obwohl die größere *Arce* jener Gegenden von D.=N.=D. nach W.=S.=W. zieht, weichen die Schichten, wo sie sich den Umrissen nach den Enden der Ellipse anpassen, beträchtlich von der normalen Richtung ab. Ich untersuchte das Phänomen am nordöstlichen Theil der äußeren Zone dieser großen Ellipsoide gemeinschaftlich mit *Gfcher* in den Umgebungen des *Wallenstadter Sees*. Die Haupt-antiflinal- und Synklinal-Linien richten sich nach der allgemeinen *Arce* der Kette, sämtliche Felsgebilde des verschiedensten Alters hingegen, von den jurassischen Schichten bis zu den nummulitischen und dem *Glysch* einschließlich (die in dem Haupt-Rücken des *Sentis* und längs seiner äußeren Seiten ö.=n.=ö. streichen) biegen sich nach S.=D. und S. nach dem östlichen Ende des *Wallenstadter Sees* und in das *Rheinthal* bei *Sargans*. Auf diesem kurzen Raume weichen die Gesteine also um ein Bedeutendes von der größeren *Arce* ab, oder mit andern Worten, sie biegen sich um das Ende der Ellipse herum. Beachtung verdient die Thatsache, daß, wie der

Metamorphismus zunimmt, je mehr man sich dem Gebirgskern nähert, man an der Oberfläche eine größere Anordnung der sedimentären Massen bemerkt, als ob die äußere Gestalt und Anordnung derselben Gebilde innig mit einem großen krystallinischen Wechsel verbunden sey. Dehnt man hingegen seine Untersuchungen nach den äußeren Zonen der Kette aus, so kommt man an zahllosen Windungen und Brüchen vorbei, die sämmtlich das Ergebnis mechanischer Thätigkeit sind. So ist z. B. auf der n.-w. Seite des synklinalen Thales von Wildhaus das oben erwähnte System von Windungen des hohen Sentis, wo sich Neocomien, Grünsand und Kreide in parallelen, n.-ö. u. f. w. streichenden Linien wiederholen, Rücken und Mulden jener merkwürdigen Gruppe bildend, nur wenig von dem Parallelismus der wahren Aze abweichend. Hinsichtlich der synklinalen Mulden, die den größeren Azen der Alpen parallel ziehen, muß bemerkt werden, daß sich das nämliche Bassin in einer Gegend ganz, unzertrümmert zeige, während dasselbe, verfolgt man es weiter, verschiedene Spuren und Stufen des Bruches wahrnehmen läßt. Eine der oben genannten Mulden auf der westlichen Seite des Bierwaldstätter See's, oder mit anderen Worten, die Verlängerung der großen Synklinale, welche die gegen Alpnach zu gekehrte Spitze des Bierwaldstätter See's einnimmt, besteht aus einem synklinal geformten Hügel, dem Vorgebirge von Bürglen, wo nummulitische und Gyps-Gebilde muldenförmig auf Neocomien und Kreide-Massen abgelagert sind. Verfolgt man aber die Gebilde bis zur entgegengesetzten Seite des See's, nach Biznau hin (eine Strecke von zwei bis drei Meilen), so zeigt sich statt der in synklinaler Form abgelagerten Gebilde der Schauplatz der ungeheuren Verwerfungsflucht und des Bruches, in Folge deren die obere Nagelfluhe gegen und unter den Neocomien einfällt, fast bis zur gänzlichen Ausschließung der nummulitischen und Gyps-Massen, von welchen nur Fragmente erscheinen. Zieht man die Linie weiter nach N.-D., durch den See von Lowerz, so treten die Repräsentanten der nummulitischen und Gyps-Gebilde, obwohl sehr zerstückelt, zwischen der Molasse und Nagelfluhe des Roßberges und der Kreide des Mythen auf. Noch weiter nach N.-D. breiten sich die, gegen den Abhang des Mythen gepreßten Nummuliten-Gesteine in die Gegenden südlich von Einsiedeln aus, wo sie umgekehrt, oder gegen die Aze der Kette einfallen. Während wir demnach auf der einen Seite der synklinalen Linie eine ungeheure Versetzung, eine Aufschung der Massen bemerken, wodurch ganze Formationen längs der Bruchlinie zerstört wurden, sehen wir auf der anderen Seite, wenn die Beobachtungen nicht täuschen, eine so vollständige Ueberstürzung, daß die älteren Gelsmassen die jüngeren bedecken.

Wie die nämlichen physischen Verhältnisse der Gesteine — sie mögen

nun in antiklinaler oder synklinaler Form (in Sattel- oder in Mulden-Linien) erscheinen — nur selten auf einige Meilen hin bestehen, und fast nie in absolut gerader Linie, so ziehen sich auch wenige der longitudinalen Verwerfungsflüfte auf größere Strecken hin, ohne eine Unterbrechung oder Veränderungen zu erleiden. Verfolgt man das Rheinthal bis zu jener Gegend, wo der Fluß in den Bodensee tritt, in der Richtung oder Fortsetzung des synklinalen Glysch-Thales von Wildhaus, so stößt man bei Eschen auf dem rechten Ufer an ziemlich mächtige, zu Tage gehende Kreide-Massen; es ist eine Antiklinale des Neocomien, von Kreide oder Seewerkalk begrenzt, die nach N.=D. streicht, während die Hauptmulde, oder die Synklinale des Glysch südlich von Feldkirch, ö.n.ö. streicht. Die mächtigen Kreide-Massen des hohen Sentis wiederholen sich oder ziehen sich fort durch die Berge des hohen Rogl und Staufeu (indem der isolirte Hügel von Ramor im Rheinthale als verknüpfendes Band zwischen den beiden entgegengesetzten Vorgebirgen dient); aber hier tritt der Nummuliten-Kalkstein mit umgekehrtem Fallen mit einer mächtigen Neocomien-Wand zusammen, und zwischen diesem Vereinigungspunkt und der Molasse erscheinen die Glysch-Schichten auf dem Kopf stehend in der Synklinale des Thales von Oberdorf. Diese Dornbirner Zone der Nummuliten- und Glysch-Gebilde ist daher die dritte parallele Mulde auf dem rechten Rheinufer (von den höheren und centralen Alpen aus gerechnet), wie die Zone der nämlichen Gesteine, am Föhnern, welche durch die Verwerfungsflucht im Weißbad-Thal fast verloren geht, die dritte Wiederholung solcher Formationen auf dem linken Ufer ist, und zwar von der mächtig entwickelten Masse im Canton Glarus an, die sich von den Höhen des Haarstock durch des Sernf-Thal über Elm und Engi zu den Bädern von Pfeffers und den Umgebungen von Sargans in N.=D. erstreckt. Bei einer der äußersten dieser Krümmungen, bei jener des Föhnern-Berges, sehen wir, wie symmetrisch nummulitische Gebilde und Glysch die Kreide bedecken, während in derselben Linie im Norden, auf eine Entfernung von wenigen Meilen die ganze Formation an einem der Gehänge des Sentis in Folge einer beträchtlichen Verwerfungsflucht dem Auge des Beobachters entzogen wird. In einer anderen oder dazwischen befindlichen Zone von Wildhaus, zwischen dem Sentis und den Ruffirten erscheinen Nummuliten-Gesteine regelmäßig, muldenförmig abgelagert auf Kreide-Bänken. In einer inneren Parallele, der nächsten zu der Aederkette, sind die Phänomene der Umstürzung so bedeutend, in einem so großartigen Maasstabe zu sehen, sie übertreffen Alles, was ich vorher in solcher Art zu beobachten Gelegenheit hatte, daß ich den Leser besonders aufmerksam auf dieselben machen muß, zumal da mir das Glück zu Theil

wurde, in Escher's belehrender Gesellschaft jene merkwürdige Gegend zu durchwandern, und von ihm an die wichtigsten Orte geführt zu werden.

Escher und ich stiegen das Sernf-Thal hinan über Engi und Elm und durch den Paß, Martinsloch genannt, der ungefähr 8000 F. über dem Meere liegt. An diesem Bergrücken, der die Cantone Glarus und Graubünden scheidet, sahen wir hauptsächlich lehrreiche Verhältnisse. Die tiefsten Schichten, welche zu Tage gehen, sind Schiefer und kalkige Schiefer von Glarus, die Fortsetzung der Fisch-Schiefer, ferner kalkige Sandsteine und Kalksteine mit Grünerde und Nummuliten. Diese Schichten fallen geradezu gegen und unter den Berg ein nach S.=S.=D. und werden bedeckt von einer sehr quarzigen Abänderung des Gylsch, die ich für ein theilweise verändertes Gestein halte. Auf der geneigten Oberfläche der Sandsteine sammelten wir zahlreiche, lose umherliegende Massen von Kalkstein mit Belemniten und Nummuliten, die vom angrenzenden Berge zu stammen schienen. Der Gylsch zieht sich weit den Berg hinan, bis man zu einer Boden-Bertiefung gelangt, in deren Nähe der Weg nach Graubünden sich befindet; der Kamm ist dort so schmal und eng, daß wir — im wahren Sinn des Wortes — auf den Gylsch-Piß mit einem Fuß in Glarus, mit dem andern in Graubünden standen. Der Gylsch wird dort von einer Masse harten, grauen, bisweilen etwas krystallinischen Kalksteines (ungefähr 150 Fuß mächtig) bedeckt, und von einer natürlichen Höhle durchzogen,*) die unter dem Namen Martinsloch bekannt. Dieser Kalkstein bedeckt, so weit mein Auge es unterscheiden konnte, auf mehrere Meilen nach Osten und Westen, den Gylsch in Schichten von verschiedener Mächtigkeit, gegen den Hausstock, Leiterberg und Kärpstock hin. Der Kalkstein selbst wird von glimmerigem und kalkigem Schiefer bedeckt, die zum Theil ganz das Aussehen eines primitiven Gebildes tragen. Dies oberste Gestein macht, nach Escher, einen Theil oder die Fortsetzung der Sernf-Conglomerate und

*) Escher unterrichtete mich, daß die Ueberlagerung der nummulitischen durch jurassische Gebilde sich bis zum Rosenlani im Canton Bern und nach Graubünden hinziehe. Er fand im Canton Glarus die nämlichen Verhältnisse vom Martinsloch bis zum Panix-Paß: krystallinische Schiefer, gleichfalls auf dem fraglichen Kalkstein ruhend und auf nummulitischen Gebilden, werden durch Pentacriniten-führenden Kalkstein bedeckt, der in hohem Grade an den untern Dolith und Lias jener Gegenden erinnert. „Wenn ich auch versuchen wollte“ — so bemerkt Escher in einem Briefe an mich — „die Anomalie am Martinsloch zu erklären durch die Annahme, daß der räthselhafte Kalkstein und die darüber befindlichen chloritischen Schiefer nur Modificationen des ächten, das Jura-Gebilde bedeckenden Gylsch seien, so bleibt immer das Auftreten des Pentacriniten-Kalksteines oberhalb der ganzen Reihe schwer zu ermitteln, es sey denn, daß eine Ueberstürzung der ganzen Masse stattgefunden habe.“

Schiefer aus, die im angrenzenden Thal von Wallenstadt unterhalb der ganzen secundären Reihe liegen. Ehe ich das Profil kennen lernte, glaubte ich, daß die jüngeren und nummulitischen Gesteine ganz einfach auf den Bänken der älteren Felsmassen gleichsam aufgepflanzt seyen, und nicht dieselben unterteuften. Alsdann gab ich mich der Vermuthung hin, daß — ohne eine Schichten-Umstürzung — in Folge des Metamorphismus sämtliche Schichten, mit Ausnahme der unteren, umgewandelt worden seyen. Aber eine solche Erklärung erwies sich gleichfalls als unrichtig; denn, abgesehen davon, daß der darüber liegende Kalkstein nach Escher's Untersuchungen Ammoniten enthält, ruht das Gestein in abweichender Lagerung auf dem Flysch. Ausgedehnte Forschungen in der Umgegend hatten mich überzeugt, daß kein solches Gestein in der ganzen, über der Kreide befindlichen Schichten-Reihe vorkäme. Auf meinem Weg in das Thal des Border-Rheins nach Graubünden erhielt ich andere und sichere Beweise, daß das den festen Kalkstein unterteufende Gestein wirklich jünger als Kreide sey, denn es enthält Nummuliten und den nämlichen Fisch-Bahn, der den Flysch in andern Gegenden charakterisirt. An diesem Ort erschien der Versteinerungen=führende Flysch in ganz abweichender Lagerung zu den darüber ruhenden Kalksteinen und talkigen Schiefeln. Unfern des Gletschers von Segnes, wo die aus einem kleinen See kommenden Wasser durch Spalten im secundären (Orford=) Kalkstein stürzen, sieht man dieselben Flysch-Massen unter dem Kalkstein einfallen, der sich ziemlich weit verbreitet und auf dem linken Rheinufer den Flimsenstein zusammensetzt. Gegen die Höhen südlich von Pfeffers fallen die nämlichen Bänke von Jura-Kalkstein — welche sich in der geschilderten Gegend in umgestürzter Lage finden — unter sämtlichen Kalksteinen der Neocomien- und Kreide-Gruppe ein, und werden endlich von nummulitischen und Flysch-Massen bedeckt, aus welchen die Mineralquellen hervorkommen. So genau ich auch den Martins-Paß, die Profile und die ganzen Umgebungen untersuchte und die Kalkstein-Terrassen über den Nummuliten- und Flysch-Gebilden betrachtete — es blieb mir kein Zweifel, daß die von Escher früher dargelegte Ansicht eine vollkommen richtige sei, und daß wir es hier mit einer Ueberstürzung zu thun haben.

Die Erklärung, auf welche Weise eine so merkwürdige Veränderung auf einem so bedeutenden Raum bewirkt wurde, ist keine leichte. Ich hatte allerdings Gelegenheit, der Biegungen und Krümmungen in kleinerem Maßstabe so viele zu sehen, daß mir die fraglichen Phänomene nur das Werk noch mehr ausgedehnter Bewegungen waren. Aber es blieb zu erweisen, daß die Schichten umgestürzt wurden — nicht durch eine der am See bei Altdorf oder am Sentis so häufigen Windungen — sondern durch eine gigantische Ueberstürzung so daß auf dem weiten, oben genannten Raum, die

obersten Schichten, welche vielleicht in Folge einer früheren Biegung muldenförmig abgelagert waren, durch ein seitliches Hervorstößen mit älteren, zum Theil krystallinischen Massen bedeckt wurden; letztere wurden aus ihrer centralen Lage gedrängt durch eine vom Mittelpunkt nach den Seiten wirkende Kraft, oder mit andern Worten, von der Axial-Linie der Störung nach den Seiten der Kette hin. Ein Schluß erschien mir als richtig: erlitten die Massen wirklich eine solche Umstürzung, dann mußte dieser eine bedeutende Entblößung folgen, so daß der ältere Kalkstein und talkige Schiefer nur als klappenförmige Decken auf den Bergrücken zurückblieben. Ein Besuch des Ortes wird jeden Geologen von der Wahrheit der Ansicht überzeugen, der überdieß noch durch eine der malerischsten Alpen-Gegenden belohnt wird. Keine ungewöhnlichen Erscheinungen stören die einfache Größe des Phänomens: da sieht man nirgends mechanische Falten oder Biegungen, die — je weiter man sich vom Störungs-Mittelpunkt entfernt — desto häufiger werden. Eine Untersuchung der zahlreichen seitlichen Schichten-Krümmungen und Biegungen ist deßhalb noch mit besonderen Schwierigkeiten verbunden, weil man eine verhältnißmäßig gleiche centrale Masse eruptiven Materials vermißt; so wurden die Schichten auf kleinerem Raum über einander gestürzt, zusammengepreßt, Schichten, die früher auf weite Strecke hin regelmäßig auf einander lagen. Kommt uns hier nicht die Bildung der großen, centralen krystallinischen Ellipsoiden — sie seyen nun eruptive oder metamorphische — einigermaßen zu Hülfe? Können diese Ellipsoiden bei ihrer Umwandlung, bei ihrer Ausbreitung nicht als große Mittelpunkte einer mechanischen Gewalt gewirkt haben? Es kommen ja, wie wir wissen, hie und da beträchtliche Parthieen ächten Granits vor — sollten nicht größere, unsichtbare Massen aus der Tiefe ihren Einfluß ausgeübt haben, sollten nicht bedeutendere Mengen unter jenen Regionen ewigen Schnees bedeckt seyn.

Allgemeine Uebersicht der Veränderungen in den Alpen.

Während ausgedehnte unzugängliche Theile der Alpen, die häufigen Brüche und Biegungen, ungeheure Gruf- und Schutt-Massen an den Gehängen jede genauere Forschung erschweren, warnt uns eine allgemeine Untersuchung des Gebirges, die Unabhängigkeit der Formationen von den unregelmäßigen und gestörten Verhältnissen eines Landstriches schließen zu wollen. Die genauen und sorgfältigen Beobachtungen Favre's in den von Saussure so vielfach besuchten Regionen — Beobachtungen, die um so mehr Anerkennung verdienen, als sie in dem Geiste seines würdigen Vorgängers ausgeführt wurden, lassen uns Favre's Ansicht als richtig erscheinen, daß das Num-

muliten=Gebiet bei Genf*) und in anderen Theilen Savoyens auf jurassischen Gebilden auf Neocomien-Kalkstein oder auf Grünsand ruht, wie es durch Sismonda in den Meeres-Alpen und durch Chamousset bei Chambery nachgewiesen wurde. Es ist dies jedoch einzig ein Beweis, daß in solchen Gegenden die dazwischen gehörigen Kreide-Gebilde sich nicht absetzten oder vor Ablagerung der nummulitischen Gesteine durch lokale Störungen entfernt wurden. Vergleiche man solche Verhältnisse mit den Beispielen der regelmäßigen Reihenfolge des Ueberganges in der Kreide, wie sie bei Thonès in Savoyen, in den Appenzeller Alpen, in den verschiedensten Theilen Baierns und der Schweiz beobachtet wurden. Letztere müssen als Regeln der Schichten-Folge angesehen werden. Nach den lokalen Profilen bei Samonès und Taninge in Savoyen urtheilend, glaubt Favre, daß der Flysch ebenso unabhängig von dem Nummuliten-Kalkstein sey, wie letzterer von dem früher vorhandenen Kalkstein; und wenn das oben erwähnte Beispiel von Thonès in demselben Landstrich nicht hinreichen sollte, das Gegentheil darzuthun, so meine ich der Fälle genug angeführt zu haben, die es deutlich machen, daß nummulitische Gesteine und Flysch eine und dieselbe natürliche Gruppe bilden, wo keine allgemeine Trennung statt gefunden hat. Ich bringe diesen Gegenstand zur Sprache, weil einige Geologen des Festlandes sich auf die oben erwähnte Unabhängigkeit der Formationen wegen der abweichenden Lagerung berufen, welche letztere, nach meiner Ansicht, einzig durch lokale Störungen und Ueberlagerungen bedingt ist. Die Untersuchungen bedeutender Strecken haben überdies gezeigt, daß in einer Gegend während und nach der Ablagerung eines Gebildes Boden-Bebungen statt fanden, die, ihren Einfluß nur bis auf eine gewisse Entfernung ausdehnend, manche Schichten-Gruppen in angrenzenden Gegenden durchaus nicht berührten. Sind denn in den Alpen alle Formationen so sehr zertrümmert, von anderen Ablagerungen getrennt, daß sie als gänzlich unabhängig von ihnen erscheinen? Was die ältesten sedimentären Felsmassen der Gebirgskette betrifft, so ist es wahr, daß mehrere derselben (wenigstens alle diejenigen, welche einen rohen, schieferigen Durchgang wahrnehmen lassen) sich in dem Grade verschieden zeigen von den auf sie folgenden Ablagerungen, daß wir mit Recht vermuthen müssen, sie erfuhren die Veränderungen in einer früheren Epoche. Das deutlichste und großartigste Beispiel wahrer Unabhängigkeit gewährten uns Molasse und Nagelflue, deren Auftreten schon vielfach besprochen wurde. In der Schweiz und am nördlichen Alpenrande erscheinen diese Gebilde so bestimmt geschieden von allen früher vorhandenen Schichten, daß ein vollständiges geologisches „Vacuum“ zwischen ihnen und der eocenen Gruppe ent-

*) Bull. de la Soc. Géol. de Fr. 2me ser. vol. IV. pag. 991 — 1001.

steht. Es wurde bereits gezeigt, daß ein beträchtlicher Unterschied zwischen den Versteinerungen der nummulitischen Gruppe der Gebirgskette und denen der darauf folgenden Molasse obwaltet; ein Unterschied, der mich bestimmte, letztere eher mit der älteren eocenen Gruppe, als mit der miocenen Gruppe zu verbinden. Wenden wir uns hingegen nach dem südlichen Gehänge der Kette, so finden wir, daß ein deutlicher und gleichförmiger Uebergang von den Kreide-Gebilden zu den eocenen, miocenen und in die pliocenen Schichten statt hat, obwohl die Atrial-Linie — wie sich der Leser erinnern wird — vollkommen parallel läuft mit jener in der Schweiz und in Baiern, wo der große „Hiatus“ vorhanden ist. Was das italienische Beispiel betrifft, so glaube ich, daß eine andere parallele Bewegung, später als die große Hebung der eocenen Ablagerungen, den äußeren Saum der jüngeren tertiären Gebilde zu den Hügeln von Bassano und Asolo emportrieb. Wenn ich von Italien und den Apenninen spreche, werde ich zu beweisen versuchen, daß die zwischen den Flüssen Brenta und Piave unvollkommen entwickelten oder gestörten Tertiär-Gebilde am Berg Monferrato deutlich entwickelt sind und daß am Superga ein Uebergang abwärts von den wahren miocenen Massen in nummulitischen Schichten einerseits, und andererseits ein Uebergang nach oben in sehr bezeichnende subapenninische oder pliocene Mergel und Sandsteine wahrzunehmen ist. Der große „Hiatus“ an dem nördlichen Alpenrande vertritt vielleicht den oberen Theil der eocenen und den unteren Theil der sogenannten miocenen Gruppe, während im Süden deutliche Weise des Ueberganges aus einem dieser Gebilde in das andere nicht fehlen.

Wir ziehen hieraus den Schluß, ohne die Alpen und deren Gehänge zu verlassen, daß für und gegen die Unabhängigkeit gewisser Formationen gesprochen werden kann, je nach der Gegend, die wir dabei in's Auge fassen. Wie bekannt, liegt in England die Kohle allenthalben gleichförmig auf dem Kohlen- und Bergkalk. Was jedoch in England und im westlichen Europa der Fall, kommt nicht in gewissen Gegenden Böhmens und Polens vor. Hier haben mächtige Störungen nach Ablagerung des Kohlenkalkes mit seinen großen Productus-Arten statt gefunden, ehe die Kohlen-Schichten sich absetzten; die Schichten jener, so wie der devonischen und anderer paläozoischen Gebilde, zeigen eine hochgeneigte Lage, während diese horizontal liegen.

Meine obigen Bemerkungen sollen nur darauf hindeuten, daß, während die eine Gegend von den heftigsten Störungen heimgesucht ward, der angrenzende Landstrich davon verschont blieb, und daß wir aus derartigen Phänomenen gar oft auf die Aera solcher Störungen schließen können. Auch spreche ich nicht gegen die allgemeinen, von Elie de Beaumont entwickelten Ansichten, sondern gegen jene Geologen, die ein zu großes Gewicht auf

lokale und partielle Bruch- und Störungslinien legen. Dabei zweifle ich jedoch nicht, daß große Veränderungen in den äußeren Umriffen zu verschiedenen Zeiten sich ereigneten, nicht allein in und längs derselben Gebirgskette auf einander parallelen Linien, sondern auch auf derselben Linie in verschiedenen Perioden. Urtheilt man nach den Analogieen, wie sie uns die gegenwärtige Natur bietet, so möchte man allerdings glauben, daß solche Phänomene auf der nämlichen Linie oder Spalte sich wiederholten, wo die Erdrinde durch vorhergegangene Brüche größere Schwäche erlitten hatte. Ich verweise in dieser Beziehung auf früher von mir dargelegte Beobachtungen in dem nordöstlichen Theil der silurischen Regionen der britischen Inseln, wie plutonische Felsmassen von ziemlich ähnlicher Zusammensetzung zuerst längs der nämlichen Spalte oder Kluft hervorquollen, wie sie später in die silurischen Ablagerungen eindrangten, diese verändernd und mit ihnen wechsellaugend und einzelne Massen emportreibend, wie sie ferner mannigfache Störungen unter den, an den Rändern der silurischen Gesteine abgelagerten Kohlen-Gebilden veranlaßten und endlich in einer späteren Epoche in Gängen den bunten Sandstein durchschnitten und ein Becken von Lias isolirten. *) Alle diese Phänomene hatten auf einer und derselben Linie in verschiedenen Epochen statt. Zugleich möge meine Verweisung auf ein anderes Capitel **) meines „silurischen Systemes“ Entschuldigung finden; dort wird nämlich ein Phänomen besprochen, was in hohem Grade an die in den Alpen erinnert, nur daß es in kleinerem Maaßstabe entwickelt ist. Wir sehen in den Alpen, wie in Silurien, lokales, verschiedenes Streichen (und manchmal auf bedeutende Strecken) bei Gesteinen desselben Alters, und dann wieder Parallelismus zu verschiedenen Zeiten gebildeter Felsmassen, und in beiden Gegenden können wir, in dem einen Landstrich die Störungen und Veränderungen, in dem andern die gleichmäßige Lagerung, den ruhigen Uebergang der Schichten-Gruppen in einander verfolgen.

In den vorangehenden Mittheilungen bezweckte ich ein allgemeines, geologisches Gemälde der verschiedenen Formationen in den Alpen zu geben — von den frühesten Zeiten an, in welchen die ersten Spuren thierischen Lebens auftauchen, bis zu der Epoche jenes ungeheuren Bruches, in Folge dessen die jüngsten tertiären Ablagerungen am nördlichen Gehänge der Gebirgskette die Beugungen und Windungen erlitten, wodurch sie in hochgeneigten umgestürzten Schichten blieben. Mit Ausnahme einer sehr beschränkten Landvegetation, welche gewisse ältere Schichten aufzuweisen haben, so wie der untere Theil der eocenen oder nummulitischen Gruppe — eine Thatsache, die sich

*) Silurian System, pag. 294 ff.

**) Chap. XLII, pag. 572.

dadurch, daß vegetabilische Stoffe in Buchten oder Meeres-Arme geschwemmt wurden, erklären läßt — beweisen sämtliche sedimentäre Gebilde durch ihre fossilen Reste, daß eine unausgefüllte fortdauernde Ablagerung unter der Meeresoberfläche statt hatte. Indem wir für jetzt die nur in den östlichen Alpen bekannten paläozoischen und Trias-Gebilde außer Acht lassen, und unsere Blicke auf die westlichen Alpen richten, können wir die ungeheure Reihe von jurassischen, Kreide- und nummulitischen Formationen nicht betrachten, ohne uns des Gedankens zu entschlagen, daß — obwohl manche der Gruppen sich in niederem Wasser ablagerten — eben diese bis zu großer Tiefe gepreßt werden mußten, bis sich die zahlreichen auf einander folgenden mächtigen Bänke von Meeres-Niederschlägen absetzen konnten. Liest man mit Aufmerksamkeit in den naturgeschichtlichen Erinnerungen, die wir in den Wällen der Alpen eingegraben finden, so wird man alsbald mit Staunen bemerken, daß ausgedehnte und oft vollständige Wechsel in der Thier-Welt jener Meere sich ereigneten, selbst als die Schichten, in denen die Reste nun begraben liegen, auf einander folgten, ohne daß dabei eine Störung, ein Bruch der damals vorhandenen Oberfläche statt gehabt hätte. Es fällt uns diese Thatsache besonders auf, beachtet man, wie die nummulitische oder eocene Gruppe vollkommen in das darunter liegende, oberste Glied des Kreide-Systems übergeht.

Endlich begann eine Periode, in welcher die ungeheuren Massen — die bisher wahrscheinlich alle vom Meere bedeckt waren — gehoben und trocken wurden, eine „terra firma“ bildeten — wahrscheinlich in Gestalt einer steilen felsigen Insel. Es war ein Land, von dessen Höhe und Größe wir uns keinen rechten Begriff machen können, ein Land, das Gerölle, Sand, Mergel und anderes Material zur Bildung der Nagelfluhe und Molasse lieferte. Der Mangel aller verknüpfenden Bande zwischen dieser Molasse der nördlichen Alpen und den früher vorhandenen eocenen Schichten spricht für eine solche Annahme; in Folge von Hebungen und Störungen setzten die älteren tertiären Schichten Landmassen zusammen, ehe die am frühesten gebildeten Gerölle oder Sand der Nagelfluhe abgesetzt wurden. So läßt sich der große „*G i a t u s*“ zwischen der einen Schichten-Gruppe und der anderen erklären. Untersucht man die fossilen Reste der Molasse — thierische oder vegetabilische — näher, so ergibt sich, daß während der langen Periode ihrer Ablagerung das Klima jener Gegenden ein wärmeres gewesen seyn muß, als heutiges Tages. Palmen und andere halbtropische Pflanzen, die damals auf dem angrenzenden Land der Alpen und dem Jura wuchsen, Rhinoceros und andere Kräuter fressende gigantische Bierfüßler, die große Schildkröte, der Salamander, die Meeres-Muscheln aus den Buchten der See — Alles spricht für ein früher wärmeres Klima. So weit kann nur die Phantasie ein Ge-

mälde des einstigen Zustandes während der Ablagerung der Molasse entwerfen. Wollen wir aber die physischen Veränderungen eben dieser Aera erklären, so stoßen wir auf bedeutende Schwierigkeiten. Der kühnste Theoretiker steht sprachlos, soll er den „modus operandi“ erörtern, durch welchen regelmäßig geschichtete Massen, mehrere tausend Fuß mächtig, meist unter süßem Wasser abgesetzt, über einander gethürmt wurden. Er mag vielleicht zuerst auf den Gedanken gerathen, daß die wohlgerundeten alpinischen Gesteine in diesen Schichten ihre Form in Fluß-Betten erhielten — aber eine nähere Untersuchung wird ihn bald belehren, wie unangemessen solche lokale Ursachen für ein so allgemeines Phänomen sind. Die Größe, Weite, Mächtigkeit und namentlich die Längen-Erstreckung dieser ungeheuren Gruß- und Gerölle-Bänke, die deutlich geschichtet sich längs des ganzen äußeren nördlichen Alpenrandes hinziehen, kann niemals erklärt werden durch Wirkungen von einzelnen Flüssen, die aus Oeffnungen in dem Innelland hervorkamen, unstreitig von weit geringerer Höhe, als die jetzigen Alpen. Solches Land konnte nur die Entstehung kleiner Deltas hervorrufen, deren jedes von dem Orte seines Ursprungs gleich den Speichen in einem Rade fortgeführt wurde, und niemals konnte die gigantische Ablagerung von Molasse und Nagelfluhe hervorgehen, die sich nicht weit in die entfernteren Alpen-Thäler zurückzieht, sondern in Wahrheit deren äußere, kolossale Wälle bildet. Man könnte auch schließen, daß der, von unzähligen kleinen Flüssen, die sich von einer Felseninsel herabstürzten, herrührende Gruß an einer steilen, geneigten Küste abgesetzt wurde, wie die der jetzigen Meeres-Alpen; aber wenn dies auch der Fall war, so ist es klar, daß der Boden jener Wasser, welche die Küste bespülten, es mag nun süßes Wasser, Brack- oder Meeres-Wasser gewesen seyn, nach und nach bis zu bedeutenden Tiefen hinabgedrückt wurde. Die lang fortdauernde Depression kann uns allein die Aufhäufung dieses Materials zu solcher Mächtigkeit und während so langer Zeit erklären. Auch bleibt kein Zweifel, daß die Molasse-Gebilde sich in Schichten ablagerten, die von den Alpen, welche das Material zu ihrer Entstehung lieferten, abfielen.

Bis zu dem Punkte bietet uns das in unseren Händen befindliche Material über die Geschichte dieser Berge einige Erklärung. Aber mit dem Schluß der Molasse-Periode traten Veränderungen an der Oberfläche ein, gegen die alle vorhergegangenen Phänomene kleinlich und unbedeutend sind. Die Molasse- und Gerölle-Bänke, die damals geneigte Schichten an der Küste bildeten, oder mehr oder weniger horizontale Massen in gewisser Entfernung von derselben, erlitten jene mächtigen Hebungen parallel zu den Verwerfungs- und Störungslinien des angrenzenden Gebirges; es traten Bewegungen ein, die nicht allein horizontal liegende Schichten auf ihre Köpfe stürzten, sondern auch die jüngsten Gebilde der langen Periode in eine so merkwürdige Lage brachten,

daß sie eben die Gesteine, aus denen sie hervorgegangen, zu unterteufen scheinen. Obgleich unsere Einbildungskraft solche gigantische Erschütterungen nicht zu fassen vermag, können wir dennoch mit Sicherheit auf die vor uns liegenden unlängbaren Beweise hin annehmen, daß in jenen Tagen die auf die Erdkruste einwirkenden Kräfte eine größere Stärke besaßen, als jetzt; daß die Hebung, Zerstückelung und Umstürzung der Molasse-Schichten das Werk einer plötzlichen Katastrophe war, geht deutlich hervor aus den physischen Verhältnissen der darauf folgenden Schichten, aus den unzweideutigen Spuren eines Klima-Wechsels, veranlaßt durch das Entstehen neuen Landes und die Hebung des ganzen Landstriches zu einer weit bedeutenderen Höhe als vorher. Zeugen für solche Schlüsse sind die Köpfe der hochgeneigten, oft senkrecht stehenden Molasse-Schichten, deren fossile Reste auf ein warmes oder mittelländisches Klima hindeuten, und welche unmittelbar von horizontalen Ablagerungen alten Alluviums bedeckt werden; die in ihnen vorkommenden thierischen und vegetabilischen Ueberbleibsel machen es wahrscheinlich, daß nur ein wenig, vielleicht gar nicht von dem jetzigen verschiedenes Klima geherrscht habe. Die Ausdehnung, bis zu welcher die alten Alluvien ehemals die Alpenhöhlen erfüllten (andeutend, daß die Gebirgskette damals geringere Höhe besaß, als jetzt) — die Bildung alter Gletscher — der Transport der Wanderblöcke auf weite Strecken hin — die großen, unregelmäßigen Hebungen und tiefen Entblößungen, welche der ganze Raum erlitten hat — alle diese Phänomene gehören zu den interessantesten in dem merkwürdigen Gebirge. Obwohl schon gar viel über dieselben gesagt wurde, hoffe ich dennoch demnächst auch meine eigenen Ansichten darlegen zu können.

Zweite Abtheilung.

Ueber die Kreide- und Nummuliten-Gebilde in den Karpathen.

Gemeinschaftlich mit Zenschner untersuchte ich im Sommer 1843 das nördliche Gehänge der Tatra-Gruppe im Karpathen-Gebirge. Ich habe keinen umfassenden Bericht über meine Beobachtungen veröffentlicht, sondern nur die allgemeinen Resultate in meinem Werke über das europäische Rußland und den Ural niedergelegt. Damals schien mir die Ansicht richtig: alle Karpathen-Sandsteine, so wie den Gylsch der Alpen, der Kreide-Gruppe zuzutheilen. Meine Meinung hat sich geändert; folgende Mittheilungen sollen beweisen, daß, während viele dieser Sandsteine der secundären Epoche angehören, andere, welche ächte nummulitische, eocene Ablagerungen bedecken, offenbar tertiär sind *).

*) Vergl. Murchison, Geologie des europäischen Rußlands und des Urals, deutsche Ausgabe von G. Leonhard, S. 281 ff.

Die Ape der Tatra-Gruppe besteht aus Granit; er wird zuerst auf der nördlichen Seite von talkigen Schiefen, alsdann von harten, quarzigen, veränderten Sandsteinen begrenzt. Letztere sind von mächtigen Bänken eines zum Theil krystallinischen Kalksteines bedeckt, der manchmal als Marmor erscheint und geringe Spuren von Schichtung zeigt. Nur bei den Eisenwerken von Zagopane lassen die Kalksteine eine deutliche Schichtung wahrnehmen, fallen gegen N. ein und wechsellagern mit Schiefer-Gebilden, in denen *Terebratula biplicata* in Menge vorkommt. Bei dem hohen, felsigen Rücken Muran (oder der Wall genannt) fallen die Kalksteine, unter vielen Windungen und Brüchen, gegen N. ein, und enthalten viele Versteinerungen, unter anderen: *Ammonites Walcottii*, *A. Bucklandi*, *A. annularis*, *Nautilus acutus* (*L. v. Buch*), *Belemnites digitalis*, *Terebratula biplicata*, *Spirifer Walcottii*, *S. rostratus*; ferner: *Aptychus*, *Cidarites*, *Pentacrinites* und einige Fisch-Reste. Es lassen diese Petrefacten keinen Zweifel, daß die Kalksteine als liassojurassische zu betrachten sind. Zwischen dem Punkt, wo wir die Versteinerungen sammelten, und dem äußeren Vorsprung der Tatra-Gruppe gehen mehr oder weniger krystallinische Kalksteine zu Tage, die, wegen ihrer hochgeneigten Lage nur einen geringen horizontalen Raum einnehmen und wegen ihrer Steilheit und einer starken Vegetation nur schwer zugänglich sind. Ich vermag daher kein bestimmtes Urtheil über ihr Alter zu fällen. An ihrer Seite, zumal auf dem linken Ufer des Dunajec, wo der Fluß aus der engen Schlucht von Zagopane hervorkommt, liegen sie unter einem Streifen nummulitischen Kalksteines, der unter 35° bis 40° einfällt, und von gewissen Schiefen, Sandsteinen und unreinen Kalksteinen bedeckt wird, die einen Theil der hügeligen Gegenden zusammensetzen, welche sich gegen das Thal von Neumarkt ausdehnen. Der nummulitische Kalkstein ist dickgeschichtet, von grauer Farbe, und zum Theil sehr sandig; über ihm tritt ein, aus Fragmenten desselben Kalksteines gebildetes Conglomerat auf, reich an Magnesia. In seinen, gegen hundert Fuß mächtigen Bänken enthält es allenthalben Nummuliten, namentlich in den oberen Schichten. Unter diesen finden wir außer *Nummulina globulus* (*Leym.*)? noch eine große Art, *N. planospira*, die besonders in den Alpen ungemein häufig, begleitet von gewissen Arten von *Pecten*, *Ostrea*, großen *Echinodermen* u. s. w. Kurz, es ist die nämliche fossile Fauna, wie sie in den, über der Kreide auftretenden, nummulitischen Gebilden der Alpen zu Hause, und es bleibt kein Zweifel hinsichtlich des Alters der Ablagerung. In geringer Entfernung, nach Norden zur Seite eines kleinen Baches, wird das Nummuliten-Gestein von dunklem Schiefer und grauem oder grünem Sandstein bedeckt, sicherlich Repräsentanten des oberen alpinischen Gyps. So weit sind die Verhältnisse einfach. Geht man aber über die wellenförmigen Höhen zwischen diesem Ort und

Bielicza oder Krakau, so kommt man zu einer sehr verwirrten und zertrümmerten Reihe von Schiefen, Sandsteinen und Kalksteinen, deren größerer Theil früher unter dem Namen „Karpäthen-Sandstein“ zusammengefaßt wurde. Da aber in einigen dieser Gebilde sich unsern Krakau secundäre Petrefacten finden, so scheint es nothwendig, die offenbare Anomalie zu erklären und den oben erwähnten tertiären Fels abzuscheiden, der deutlich auf nummulitischen, eocenen Massen liegt, von jenen Gesteinen, denen er in petrographischer Beziehung gleicht, welche aber sicherlich der Kreide und secundären Gruppe angehören.

Noch etwas weiter von dem äußersten Vorsprung des Tatra-Gebirges gegen Norden geht ein niedriger Kalkstein-Rücken zu Tage, der Hauptkette parallel ziehend. Die mauerförmigen Massen dieses Kalksteines, seine veränderte Beschaffenheit erweckten in mir den Gedanken, daß er längs der Ausbruchslinie emporgehoben worden sei, — ein Gedanke, den ich bald durch einen in geringer Entfernung parallel dem Streichen der Schichten auftretenden Porphyr bestätigt fand. Nach den Versteinerungen zu urtheilen, die Zeuschner und ich sammelten, z. B. *Ammonites Murchisoniae*, *A. Conybeari*, *A. biplex*, *A. Tatricus*, *Terebratula dyphia*, ist es nicht unwahrscheinlich, daß das Gestein, welches der großen angrenzenden jurassischen Kette angehört, und über die es bedeckenden Schiefer und Sandsteine aufgetrieben wurde. Zeuschner hat noch sorgfältigere Forschungen nach Petrefacten angestellt, und — wie mir Keyserling mittheilte — wenigstens acht Arten aus dem unteren Neocomien entdeckt, nämlich: *Ammonites Calypso*, *A. Morellianus*, *A. diphylus*, *A. picturatus*, *A. subfimbriatus*, *A. fascicularis*, *Scaphites Ivanii* u. s. w. Es liegt in dem Zusammenvorkommen dieser Petrefacten mit den vorhin genannten kein Widerspruch; denn wir sehen in den Alpen gar oft das Beispiel, daß Schichten mit Oxford-Petrefacten unmittelbar von unterem Neocomien-Kalkstein bedeckt werden. Die physischen Verhältnisse sprechen zu Gunsten meiner Behauptung, denn die Masse des untersten, zu Tage gehenden Kalksteines ist ein in hohem Grade verändertes, röthliches Gestein, theils amorph, theils krystallinisch, mit zahlreichen Rutschflächen, von einer Breccie begleitet, und bildet Felswände gegen das Thal von Neumarkt hin, wo es gegen Süden von dunklem, Eisenhaltigem Schiefer, dann von dünngeschichteten, graulich-weißen Kalksteinen bedeckt wird, die ganz gut als Repräsentanten des unteren Neocomien gelten können, und in denen, wie ich nicht zweifle, die letztgenannten Versteinerungen gefunden wurden. Ich beharre demnach auf meiner früher ausgesprochenen Ansicht, daß die Kalksteine in einer, der Hauptkette der Karpathen parallelen Spalte emporgehoben wurden. Die gegen das nördliche und südliche Ende dieser Mulde auftretenden Sandsteine verhalten sich anders; die das Nordende zusammensetzenden Schichten ruhen

auf Schichten, die Kreide- und Jura-Petrefacten enthalten, während der südlichste Theil aus nummulitischen eocenen Gesteinen, auf Lias liegend, gebildet wird.

Obwohl meine Zeit keine ausgedehnten Untersuchungen gestattete, um die Verhältnisse der Schichten genau kennen zu lernen, die sich zwischen dem Tatra-Gehänge und dem Thal von Neumarkt ausdehnen, erfuhr ich doch durch Zeuschner, daß der Flysch, welcher die Nummuliten-Gebilde bedeckt und gegen Norden einfällt, mit einer großen Masse Karpathen-Sandsteins zusammentritt, der gegen Süden geneigt ist. Mannigfachen Brüchen unterworfen, zieht sich der Sandstein (wahrscheinlich dessen unterstes Glied) nördlich und liegt gleichförmig über dem oben erwähnten Kalkstein-Rücken, in dessen oberem Theil Neocomien- oder untere Grünsand-Petrefacten vorkommen, und dessen untere Abtheilung durch jurassische (Oxford-) Versteinerungen characterisirt wird. Auf solche Weise kann ich mir leicht erklären, wie das nummulitische Gestein und das darüber befindliche Glied eocen sind, während die große Masse Karpathen-Sandsteins — durch eine Verwerfungs-Kluft von den anderen Gebilden getrennt — als Repräsentant des Kreide-Systemes (oberer Grünsand?) gilt. So wird es mir auch klar, wie die Aequivalente des oberen Grünsandes die oben genannten characteristischen Petrefacten liefern konnten, indem das Ganze auf einem gehobenen Rücken von Juralkalk ruht. Nachdem ich mich überzeugt habe, daß die nummulitischen Gesteine am nördlichen Gehänge der Tatra-Gruppe eocen sind, bleibt kein Zweifel, daß die an der Südseite des Gebirges erscheinenden Gebilde gleichen Alters sind. So urtheile ich nach dem Profil, das Zeuschner mir zeigte, daß die nummulitischen Massen und über ihnen liegenden Sandsteine im Krada-Thale, die er für jurassisch hält, wirklich eocen sind, die hier auf unterem Jura ruhend, gegen den Granit der höheren Tatra-Berge gepreßt wurden. Andere nummulitische Gesteine wiederholen sich gegen Süden von dem niedrigeren Theil des Gebirges.

Ich glaube demnach, daß Zeuschner irrte, als er den nummulitischen Kalkstein der jurassischen Reihe einverleibte oder an die Basis der ganzen äußeren Zone von Karpathen-Sandsteinen und Kalksteinen versetzte. Das Alter der Formation, auf welcher das Nummuliten-Gebilde ruht, sei, welches es wolle: seine fossilen Reste sind ein zu deutlicher Beweis. Gegen Süden und Norden vom Tatra-Gebirge wird es unmittelbar von Schichten bedeckt, die den Flysch vertreten. So hat in den Karpathen, wie in Italien und in den Alpen die Bestimmung der Sandsteine allein nach ihren mineralogischen Characteren große Verwirrung veranlaßt. Denn es ist bekannt, daß Gesteine von der nämlichen petrographischen Beschaffenheit, welche Fucoiden enthalten, deutlich den Nummuliten-Kalkstein bedecken, während andere — wie in den

Umgebungen von Gosau und in den östlichen Alpen — bis in das Kreide-System hinabreichen. Die von Windungen und Störungen verschiedener Art so sehr heimgesuchte Gegend zwischen Neumarkt und Rugosnik im Süden und Krakau im Norden, bietet treffliche Beweise in solcher Hinsicht und in Betreff der Schwierigkeiten, beim Mangel von Petrefacten eine einigermaßen scharfe Linie zwischen mehreren dieser Sandsteine und Schiefer zu ziehen. Und wiederholt bemerke ich: die Gegenwart von Fusoiden kann nie über das Alter der Gesteine entscheiden; um so weniger, da diese fossilen Reste eine vertikale Verbreitung von dem secundären Grünsand aufwärts bis zu tausend Fuß mächtigen Schichten über dem Aequivalent der weißen Kreide besitzen. In den Karpathen waltet der nämliche oder fast der nämliche petrographische Character von den Schichten, die den unteren Grünsand vertreten, bis zu Gebilden oberhalb des Nummuliten-Kalksteins. Wären die normalen Verhältnisse der Gegend nicht so sehr gestört, dann würden wir, ich zweifle keineswegs, sehen, wie die jüngeren secundären und älteren tertiären Gebilde in einander übergehen, ohne einen Wechsel in ihrer petrographischen Beschaffenheit.

Gibt man dem Profil an dem Abfall der Tatra-Gruppe eine größere Ausdehnung von der Gegend von Zafflary und dem Neumarkt=Thal bis in jenes der Weichsel, so erscheinen Sandsteine, Conglomerate und Schiefer der tertiären und secundären Epoche; denn ungeachtet mancher Verwerfungen und Windungen glaube ich, daß im Ganzen die grauen Sandsteine der Hügel nördlich vom Dunajec=Fluß von der Mündung von Zafflary und Rugosnik abfallen, in welcher die jurassischen und unteren Neocomien-Petrefacten vorkommen. Alsdann können die Gesteine, welche die Berge bei Swienty-Cruz, ungefähr 2000 Fuß über dem Meere, zusammensetzen und kohlige Materie enthalten, so wie dünne Lagen von Braunkohle den Schichten gleichgestellt werden, die an der äußeren Zone einer ähnlichen Reihe, die sich von Liebertoft zu den Hügeln nördlich von Wieliczka ausdehnt, und Petrefacten des sogenannten oberen Neocomien oder unteren Grünsand enthalten. Wenn dies auch der Fall, eine der unterteufenden Massen fällt gegen Norden ein, eine andere, äußere Zone nach Süden. Das Ergebniß ist, daß der größere Theil der dazwischen befindlichen Schichten in einer wellenförmigen zerbrochenen Mulde liegt, und deßhalb betrachte ich (bis andere Petrefacten gefunden werden, die meiner Behauptung widersprechen) den oberen Theil der Reihe nördlich von Swienty Sebastian, bestehend aus dichtgeschichtetem, weiß=geadertem Macigno-Sandstein von grauer und grasgrüner Farbe — der bei Struya und am Hügel von Kotan bei Luboin von dunklen Schiefen bedeckt wird — und die Schichten im Rabbathal als

Repräsentanten des oberhalb der Kreide befindlichen alpinischen Macigno oder als den oberen Flysch der Alpen.

Wo die weiße Kreide oder ihr Vertreter und der nummulitische Kalkstein an dem Abfall der Karpathen fehlen und sich keine Versteinerungen nachweisen lassen, da ist der Geolog hilflos. Glücklicher Weise haben die paläontologischen Forschungen Zeuschners dargethan, daß viele der grünen Sandsteine, Schiefer und Conglomerate der Kreide-Gruppe angehören. Er führte mich in die Schluchten bei Liebertost, zwei polnische Meilen südlich von Krakau, wo graue, plattenförmige Kalksteine hie und da in Conglomerate übergehen, die — in petrographischer Hinsicht — von gewissen Ablagerungen über der Kreide nicht unterschieden werden können. Diese Gebilde enthalten Ammonites, Belemnites und eine Art von Aptychus. Zeuschner hat seitdem in den genannten Gesteinen, die sich bis nach Wieliczka hin erstrecken, Belemnites bipartitus (*Blainv.*), *B. pistilliformis* (*Bl.*) *B. dilatatus* (*Bl.*) entdeckt — ein Beweis, daß die Gebilde den Neocomien vertreten. Sie erinnern in hohem Grade an den unteren Grünsand Englands. In der Gegend von Trentschin, zwischen Orłowa und Podhrad, ist der sogenannte Karpathen-Sandstein wahrscheinlich als oberer Grünsand zu betrachten, denn er führt auf dem Raum von einer halben deutschen Meile *Gryphaea columba*, *Cardium Hillanum*, und an anderen Orten *Pholadomya Esmarekii*, während bei Kluknava Pflanzen-Reste vorkommen, unter diesen *Salicites crassifolius*, welche Göppert auf den oberen Grünsand verweist.

Es dürfte demnach kein Zweifel mehr obwalten, daß unter der allgemeinen Bezeichnung Karpathen-Sandstein, Wiener-Sandstein, Flysch und Macigno Ablagerungen des unteren und oberen Grünsand, so wie des über der Kreide liegenden oder eocenen Grünsand verwechselt wurden. Der Werth des Profils zwischen Zagopane und Zafflari leuchtet daher von selbst ein, weil sich durch die dortige Schichtenfolge eine Parallele zwischen den Schiefen und Sandsteinen oberhalb der Nummuliten-Gesteine und einem großen Theil der Felsmassen in den Alpen ergibt. Dagegen haben die Untersuchungen Zeuschners dargethan, daß andere beträchtliche Theile dieser sandig-thonigen Reihe Aequivalente von Gliedern der Kreide-Gruppe find. *)

*) Graf Reyscherling, dem ich besonderen Dank schulde für die Mittheilungen über Zeuschners Untersuchungen, erinnert mich, daß ein seltsamer Körper, Sphaer-siderites genannt, und von Locker in Breslau beschrieben (*Acta Acad. Caes. Leop. Carol. Nat. Curios.* tom XIX, 2, pg. 673, tab. 79), den L. v. Buch zuerst für einen Nautilus erklärte, nach der Bestimmung von Fr. von Sauer ein Nautilus plicatus (*Fulton*) des unteren Grünsand, oder *N. requienianus* (*d'Orb.*), in

Dritte Abtheilung.

Ueber die Hauptformationen in den Apenninen und in Italien.

Wenn auch die geologischen Verhältnisse in den Apenninen weniger verwickelt sind, wie in den Alpen, und keine Spur von älteren Gesteinen aufzuweisen ist, die in diesem Gebirge eine nicht unbedeutende Rolle spielen, so bieten sie dennoch manche Probleme, die bis auf den heutigen Tag nicht gelöst sind. Die Geologen Italiens haben allerdings in den letzten Jahren beträchtliche Fortschritte in der Kenntniß des Gebirgszuges gemacht, wie die von ihnen veröffentlichten Schriften beweisen. *) Es ist meine Hauptabsicht, in den folgenden Zeilen eine Vergleichung gewisser Gegenden Italiens, die ich erforschte, mit denen der Alpen zu versuchen. Zuerst sehen wir, als eine bemerkenswerthe Thatsache, daß auf dem italischen Festland die ganze paläozoische Reihe fehlt; auch ist kaum zu vermuthen, daß die Trias-Gruppe vorkommt. Denn obschon Pareto — einer der bedeutendsten Geologen Italiens — in dem „Berrucano“ genannten Conglomerat (den ältesten sedimentären Schichten des Landes) ein Aequivalent des Trias zu erkennen glaubt, muß ein solcher Ausspruch erst durch Versteinerungen gerechtfertigt werden. In Sardinien wurden durch General della Marmora paläozoische Gebilde nachgewiesen; es sind — den Petrefacten nach zu schließen — ächte silurische Kalksteine und Schiefer. **) Ueberdies finden sich in Sardinien Ablagerungen mit Kohlen = Gebilden, von deren Untersuchung ich leider durch die politischen Wirren abgehalten wurde. Indes hat della Marmora seine Forschungen auf die ganze Insel ausgedehnt, und eine topo-

Mähren, in der Gegend von Frankstadt in einem Gebilde vorkommt, das Hauer als „Wiener-Sandstein“ bezeichnet. — Zenschners Aufsatz über die Structur des Tatra-Gebirges (Verhandl. der k. russ. mineral. Gesellsch. zu St. Petersburg, Jahrg. 1847) enthält eine Uebersicht der secundären Versteinerungen in den Karpathen; ich erhielt ihn (Juni 1849) während des Druckes dieser Zeilen. So weit ich urtheilen kann, finden meine Ansichten Bestätigung.

*) Vergl. die Bände der „Riunione degli Scienziati Italiani“ zu Mailand, Genua und Venedig.

**) General della Marmora hatte die Güte, mir eine Anzahl dieser Versteinerungen zu senden, worunter *Orthoceratites* und *Graptolites*. Sie wurden untersucht und zum Theil bestimmt durch Verneuil und später durch Sharpe; nach des letztern Ausspruch gehören die Schichten der unteren silurischen Gruppe an. Sharpe erkannte unter andern acht Arten von *Orthis*, namentlich die *Orthis patera*, welche bei Bala so häufig, ferner die *O. Lusitanica* (Sharpe) der unteren silurischen Gebilde von Ballongo bei Dporto, mit der *O. flabellulum* (Sow.) nahe verwandt. Der Spirifer *terebatuliformis* (McCoy) findet sich gleichfalls — eine den unteren silurischen Massen von Cumberland und Irland eigenthümliche Art.

graphische Karte entworfen, die sein wichtiges Werk begleiten soll, aus dem wir erfahren werden, ob die Kohlen-Ablagerungen — gleich jenen von Oporto, die Sharpe schilderte — mit silurischen Gebilden auftreten oder jünger sind. Das Vorhandensein jüngerer silurischer Gesteine in Portugal, von Sharpe nachgewiesen*) — die Häufigkeit devonischer Versteinerungen im Norden Spaniens — die Gegenwart silurischer und devonischer Schichten in Marocco**) durch Coquand entdeckt — deren Ausdehnung längs des afrikanischen Atlas, ihr Vorkommen bei Constantinopel sind nur hinreichende Beweise, um uns einen Begriff von dem weiten Gürtel paläozoischer Gesteine zu machen, dessen nördliche und nordwestliche Grenzen die Alpen und Pyrenäen bildeten, die — in einer alten Epoche aus dem Meeresboden gehoben, die Küsten eines großen Mittelmeeres zusammensezten, in welchen Italiens secundäre und tertiäre Gesteine sich ablagerten. In diesem Sinn genommen, kann man sich Sardinien vielleicht als eine isolirte Insel in dem alten Becken denken.

Indem wir nicht auf die Betrachtung eruptiver Felsmassen, plutonischer oder vulkanischer eingehen, welche letztere namentlich eine so wichtige Rolle in Italien spielen, auch gewisse ältere krystallinische Gesteine in Calabrien und Sicilien unbeachtet lassen, bemerken wir als hauptsächlich Gebilde auf der ganzen Insel in ansteigender Ordnung: 1. Kalksteine und Schiefer; 2. harte Sandsteine und unreine, oft massige Kalksteine; 3. Mergel, Sand und Conglomerate. Die unterste dieser Gruppe umfaßt die Kreide- und Jura-Gebilde; die zweite oder sandige Gruppe vertritt die oberen Kreide-Massen und die eocenen Ablagerungen der Alpen; die dritte wird aus miocenen, pliocenen und anderen jüngeren Schichten zusammengesetzt. An lokalen Ausnahmen fehlt es dieser großen Schichten-Reihe nicht. In vielen Gegenden machen Mangel oder Seltenheit der Versteinerungen starke Windungen oder Brüche der Schichten es ungemein schwierig, manche Ablagerung einem Aequivalent in anderen Theilen Europas gleich zu stellen. Es gilt dies besonders von den jurassischen und Kreide-Gebilden — denn die große Masse harter Sandsteine (Macigno) namentlich die mit Nummuliten verbundenen, sind als über die Kreide gehörige oder eocene Ablagerungen zu betrachten, während den jüngeren, über ihnen auftretenden Gebilden, durch zahllose fossile Reste charakterisirt, leicht eine Stelle in der tertiären Reihe anzuweisen ist.

Collegno hat unlängst eine geognostische Uebersichtskarte von Italien und den anliegenden Inseln herausgegeben. Auf derselben bezeichnet er die

*) Journ. of the geol. soc. of Lond. vol. V., pg. 142, pl. 6, fig. 5.

**) Wegen der devonischen Gebilde in Asturien, vergl. Paillette, Bull. de la soc. géol. de France, vol. II, pg. 439, und wegen der paläozoischen Gesteine Marocco das. vol. IV, pg. 1188.

silurischen Gesteine Sardiniens als die ältesten bekannten Sedimentär-Schichten, und theilt alle übrigen Felsmassen der Halbinsel in zwei Hauptabtheilungen unterhalb der miocenen Ablagerungen. Collegno nennt die untere, von dem Berrucano-Conglomerat aufwärts bis zum Oxford-Jura jurassische, die anderen höheren Schichten — sie mögen Neocomien, oberer Grünsand, Kreide, nummulitische Kalksteine oder Macigno seyn. — faßt er als Kreide-Gruppe zusammen. Aus meinen Mittheilungen über die Alpen ergibt es sich von selbst, daß eine Vereinigung der beiden letztgenannten Gebilde mit dem Kreide-System unzulässig sey, und es ist daher besonders mein Zweck, darzuthun, daß in Italien — wie es in den Alpen der Fall — die nummulitische und obere Macigno-Gruppe der eocenen Epoche angehört. Ich werde ferner beweisen, daß eine natürliche Reihenfolge, von der „Firste“ der eocenen oder der „Sohle“ der miocenen Gruppe aufwärts in die pliocene stattfindet. Vorher seyen mir einige Worte über die jurassischen Gesteine erlaubt, die ältesten der Halbinsel, in welchen man Petrefacten aufgefunden hat, auch will ich eine Skizze der über ihnen auftretenden, ächten Kreide-Ablagerungen geben.

Am besten sind die untersten Versteinerungen-führenden Schichten an dem Vorgebirge im Golf von Spezzia aufgeschlossen, so wie an den angrenzenden, parallelen Rücken der apuanischen Alpen. Es war dieser Landstrich den Geologen längst bekannt durch eine Schilderung von de la Beche und eine Schrift Guidoni's. *) Der erstere glaubte, als er die fossilen Reste auf der westlichen Seite der Bai fand, daß sie der oolithischen oder Jura-Gruppe angehörten, obschon ihre eigenthümlichen Charactere und die muthmaßliche Gesellschaft von Orthoceratites und Goniatites (die damaligen Ammoniten der Kohlen-Gebilde) noch manchen Zweifel übrig ließ. Seitdem haben ausführlichere Untersuchungen der Petrefacten das Räthsel gelöst. Die angeblichen Orthoceratiten sind einfache Alveolen von Belemniten, und Ammoniten gehören zu den in der jurassischen Reihe des südlichen Europas bekannten Formen, obwohl sie in England nicht darin vorkommen. Die Beobachtungen seiner Vorgänger zusammenstellend, und mit ihnen eigene neue verflechtend, hat Pilla **) ein Profil des Golfes von Spezzia gegeben; mit vielen seiner Ansichten stimme ich vollkommen überein, namentlich halte ich gleichfalls die Ammoniten-führende Schichte nicht — wie früher behauptet

*) Giornale Ligustico, 1828.

**) Im kräftigsten Mannesalter blieb dieser ausgezeichnete Geolog im letzten italienischen Krieg bei Mantua. — Als ich La Spezzia besuchte, war ich mit Pilla's Aufsatz noch nicht vertraut; ich kannte seine Ansichten nur aus Collegno's Mittheilungen, der mir gleichfalls eine Schilderung jener Gegend gab, worin er auf eine große longitudinale Verwerfungs-Linie aufmerksam macht.

ward — für den ältesten Kalkstein, sondern im Gegentheil für das jüngste Jura-Gebilde. Jeder Versuch, die Jura-Gruppe Italiens in genaue Abtheilungen, wie jene des nördlichen Europas, zu bringen, ist fruchtlos wegen der Zusammensetzung der Gesteine und der Seltenheit und Eigenthümlichkeit der Formationen, namentlich verglichen mit den so wohl und scharf characterisirten Formationen der britischen Inseln. Mit seinem bekannten Scharfblick hat L. v. Buch in dieser Beziehung einige Grundsätze aufgestellt; auf gewisse Leitmuscheln gestützt, welche in den Alpen, Karpathen und in Italien nirgends fehlen, hat er das Vorhandensein zweier mächtigen Bänder oder Streifen nachgewiesen; das untere kann als jurassisches Gebilde bezeichnet werden, die andere, obere Masse als Oxford-Dolithe und Thon. Ich habe schon gesagt, wie werthvoll eine solche Classification für die Alpen ist, und sie wird es auch für Italien sein, wenn gleich dort Jura-Gebilde weniger entwickelt sind.

Jura-Gebilde im Golf von Spezzia, in den apuanischen Alpen und am Monte Pisani.

Die Vorgebirge, welche die lange und tiefe Bucht von Spezzia gegen O. und Westen begrenzen, bestehen aus Kalkstein, der von N.-N.-W. nach S.-S.-O. streichend, parallel mit den höheren Rücken gleichen Alters zieht, die mehr im Innern des Landes die zackige Gebirgskette von Carrara, Massa und Serravezza zusammensetzen und nach einem Zwischenraum noch einmal als pisaniſche Berge auftreten. Um letztere zu sehen wanderte ich über die apuanischen Alpen, von Galliciano im Serchio-Thal im Osten über die Pifs von La Bannin und den Paß von Petrosciano nach Stazemma und Serravezza, und dann an der westlichen Zone der Alpen hin über Massa und Carrara nach Starzana und nach Spezzia. Hätte ich die Kalkmassen in den apuanischen Alpen nur in der Form von Dolomiten, Rauchwacke und den verschiedensten Arten von Marmor gesehen, wäre ich kaum auf den Gedanken gekommen, sie für Aequivalente der Jura- und Lias-Gebilde zu halten. Aber ich überzeugte mich, daß alle diese krystallinischen Gesteine, selbst da, wo sie zu den hohen Gipfeln des Altissimo hinansteigen, nichts anderes, als veränderte Gebilde sind, die bis zu ihrer Verlängerung an den Pisaniſchen Bergen Versteinerungen führen. Zu den tiefsten Schichten gehören krystallinische Schiefer und das „Berrucano“ genannte Conglomerat *) Ueber das geologische Aequivalent

*) In den Alpen möchte man versucht sein — so bemerkt Studer — mehrere Conglomerate, die in räthselhaften Lagerungs-Verhältnissen vorkommen, als Reibungs-Producte zu erklären; so die Sandsteine, Breccien und Conglomerate, theils Kalkstein-Trümmer, theils Bruchstücke von Quarz, Gneiß, Granit einschließend, die häufig

des Conglomerats wurde viel gestritten; einige Geologen, wie Pilla halten es für paläozoisch, andere — unter diesen Pareto — für einen Repräsentanten des Trias, noch andere endlich (unter ihnen Collegno) für die einfache Basis des Lias. Da bis jetzt in dem Berrucano noch keine fossilen Reste gefunden wurden, so genügt es uns, das Gebilde als die Unterlage der Versteinerungen = führenden Kalksteine der Lias- und Jura-Gruppe anzusehen. Die tiefsten Massen in den Schluchten bei Stazzema bestehen aus dem wohl bekannten gefleckten „Vardiglio“ und aus anderen Marmor-Arten. Sie werden von Schiefen und Quarz-Adern bedeckt, die in dunkle Schiefer mit wahrem Schiefer-Durchgang verändert sind, und deren man sich zu verschiedenen Zwecken bedient. Ueber ihnen erscheinen mächtige Bänke des zelligen „Rauchkalkes,“ zum Theil in dunkelfarbigen Dolomit übergehend, der pittoreske Felsmassen bildet. Weiter gegen Osten finden sich hellfarbige Kalksteine und Feuerstein, vielleicht Repräsentanten des Neocomien-Kalksteines, bedeckt von Macigno und anderen Gebilden. Zum Beweise, daß die krystallinischen Marmor-Massen von Carrara wirklich veränderte, jurassische Gesteine sind, hat Pilla gezeigt, daß der dunkle, Versteinerungen = führende Kalk des Thales von Tecthia, der die nämlichen Petrefacten enthält, wie der Marmor von Porto Venere, so weit verfolgt werden kann, bis er die reine weiße Farbe und die krystallinische Beschaffenheit des Marmors von Carrara zeigt. *) Savi gibt zu, daß bei den Felsmassen in den apuanischen Alpen und von Pietre Santine die nämliche allgemeine Reihenfolge wie in den pisanischen Bergen stattfindet. **) Letztere, dessen bin ich gewiß, müssen als jurassisch, oder wie einige Geologen es nennen, als jurassisch, betrachtet werden zufolge der fossilen Reste, die sie enthalten. In der Parallele von Carrara und weiter nördlich steigen die weißen Marmor-

Einlagerungen oder stockförmige Massen in den Kalk- und Gneiß-Alpen bilden; vielleicht auch die meist zu größeren Gebirgsmassen angehäuften Conglomerate, die im Innern der Alpen in enger Beziehung zu den krystallinischen Centralmassen stehen. Derselbe Ursprung dürfte auch den Conglomeraten des toscanischen „Berrucano“ zukommen. (Vergl. Stur's Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie, II, 170.) Viele der großen Gneiß-Gebirge der Alpen verlaufen sich an ihrer östlichen oder westlichen Auskeilung in kalkige Quarzmassen oder in Conglomerate, die man nur als Abänderungen der sie einschließenden, grauen Sandsteine und Schiefer betrachten kann: eine solche vermittelnde Stellung zwischen Gneiß und Macigno nimmt, was schon Savi und Hoffmann beobachteten, der Berrucano ein. (Das., S 151.)

Ann. d. Bearb.

*) Bull. de la soc. géolog. de France, 1847. vol. IV, pg. 1069.

**) Considerazioni sulla struttura geologica delle Montagne Pietre Santine, dal Prof. Cav. Paolo Savi, Pisa, 1847.

Massen, regelmäßige Schichten bildend und verbunden mit Schiefern, zu dem hohen Piz des Altissimo an; sie fallen gegen W. und N.=N.=W. ein, und machen die östliche Grenze eines großen Beckens, das durch die *Magra* bewässert wird. Den Mittelpunkt desselben nehmen tertiäre und Alluvial=Ablagerungen ein (*Caniparolo* und *Sarzana*); auf beiden Seiten erscheinen niedrige Hügel von *Macigno*, dessen Schichten gegen O. auf Kalksteinen der apuanischen Alpen ruhen, während sie gegen W. das kalkige Vorgebirge bedecken, das die östliche Seite des Golfes von *Spezzia* bildet.

Untersucht man die Klippen dieses Vorgebirges zwischen dem *Ponte Corvo* unfern der Mündung des *Magra* und der Stadt *Spezzia*, so sieht man in kleinem Maßstabe alle die Abänderungen von Kalkstein, Schiefer, Breccie, Rauchkalk und Marmor, welche den Gebirgszug zusammensetzen, der den apuanischen Alpen parallel läuft. Meine Forschungen galten namentlich den Gesteinen, die sich südlich vom *Capo Corvo* über *Porto Telaro* nach dem alten Fort von *St. Bartolommeo* ausdehnen; ich beobachtete die nämliche Reihenfolge, wie in den apuanischen Alpen, und war daher alsbald überzeugt, daß es nur eine weniger erhabene, parallele Biegung ähnlicher Felsmassen sey. Die unteren Schichten sind graue, kalkige Schiefer und Kalksteine, zum Theil sehr verändert, bedeckt von einer mächtigen Bank weißen, unreinen „Statuen=Marmors;“ dieser geht nach oben in rothen und weißen Kalkstein über, so wie in ein rothes und grünes Schiefer=Gestein, das große Kalk=Geoden umschließt. Oberhalb dieser kalkigen Gruppe erscheinen quarzige, schiefrige Massen, die deutlich das Gepräge eines erlittenen Metamorphismus tragen; sie haben eine Mächtigkeit von 300 Fuß und erinnern in ihrer Farbe an Serpentin. Ich stieg über einen Theil der Klippen hin, die durch Grus bedeckt werden, und nahm einen fast schwarzen Kalkstein wahr, mit weißen Adern, wellenförmiger Oberfläche, überlagert von dunkelfarbigen Schiefern, die wohl als Repräsentanten des Kalksteines und Schiefers von *Porto Venere* an der entgegengesetzten Seite der *Bai* gelten können. Alsdann folgen die merkwürdigen Felsmassen des zelligen Rauchkalkes, auf welchem sehr malerisch die alte Stadt *Porto Telaro* ruht. Von hier bis zum Fort von *St. Bartolommeo* zeigen sich an dem unteren Theil der Klippen Bindungen und Brüche der dünn=geschichteten, kieseligen Schiefer (*Schiefer von Stazzezza*) unterhalb des Rauchkalkes. Sämmtliche Kalk=Gebilde der Reihe werden von einem in vertikaler Richtung zerpaltenen, sehr gestörten Conglomerat bedeckt, das aus Fragmenten aller der genannten Gebilde besteht. Ich habe diese Felsmassen auf der Ostseite des Golfes nur erwähnt, weil sie in petrographischer Hinsicht den Haupt=Gebilden der apuanischen Alpen gleichen, auch eine ähnliche Folge wahrnehmen lassen. Erst an den westlichen Ufern der *Bai*, in einer anderen parallelen Bindung der

Kalksteine, weiter von dem störenden Einfluß der Hauptaxe entfernt, kann man sich einen genaueren Aufschluß über das Alter der Gebilde durch die in ihnen vorkommenden Petrefacten verschaffen. Die schwarzen Kalksteine, mit weißen und gelben Adern, begleitet von Schiefen, aber nicht so sehr metamorphisch wie auf der östlichen Seite der Bai, setzen den Kern des westlichen Vorgebirges zusammen. In hochgeneigten und auf dem Kopf stehenden Schichten ziehen sie sich — von N.=N.=W. nach S.=S.=D. streichend — von dem unausgebauten Fort von Castellana nach dem Eiland Palmaria hin, wo bedeutende Steinbrüche in dem schwarzen und braunen „Marmor von Porto Venere“ angelegt sind. Unter den Petrefacten beobachtete ich eine Lima (einer gewissen secundären Art sehr ähnlich) und unvollkommene, Korallen-artige Körper, die hie und da aus der verwitterten Gesteins-Oberfläche fallen. Pilla vergleicht das Gebilde mit den unteren ammonitischen oder liasso-jurassischen Kalksteinen von Como, und führt viele Geschlechter wie *Cardita*, *Pecten*, *Modiola*, *Terebratula* — an, aber keine Arten.

Ein Querschnitt des westlichen Vorgebirges vom Golf südlich von Spezzia über die Berge von Corregna nach Campiglia zeigt eine große Bruchlinie — dem Gebirgsrücken unregelmäßig parallel ziehend — durch welche die Schichten der dunkelfarbigten Kalksteine und Schiefer auseinander gerissen und ein Theil der Reihe von Porto Venere umgestürzt wurde, so daß er in abweichender Lagerung Felsmassen bedeckt, die sicherlich von jüngerem Alter sind. Sie bestehen aus dunkelgrauen, unter einem Winkel von 45° geneigten Dolomiten und Kalksteinen und aus einem sehr dünngeschichteten, rothen und grauen Kalkstein, dessen Fallwinkel bis zu 70° N.=N.=D. und D. zunimmt. Hauptsächlich in dieser Gruppe kommen die nämlichen fossilen Reste (Ammoniten und andere eigenthümliche Formen) wie bei Spezzia vor, die de la Beche aufgezählt hat.

Die Petrefacten-führende Zone wird von mürben Schiefen und von verwitterten Kalksteinen unterteuft, auf die (nach unten) abwechselnde Schichten von grauem, kalkigem Sandstein, rothen und weißen Schiefen folgen, in welchen leider keine fossilen Reste sich finden; die kalkige Gruppe grenzt an einen Wall von Sand- und Conglomerat-Gebilden, auf denen das Dorf Campiglia steht. Diese Schichten, nachdem sie unter einem Winkel von 80° alle älteren Gesteine unterteufen, stehen alsdann auf dem Kopf und fallen endlich nach W. ein, die Basis aller Macigno-Sandstein-Hügel bildend. Wir sehen demnach, wie das Conglomerat und der mit ihm verbundene Macigno an allen den beträchtlichen Hebungen und Biegungen Theil nehmen, welche die älteren Kalksteine der apuanischen Alpen und von Spezzia erlitten.

Es ist bekannt, daß der Macigno jener Gegend wegen seiner petrographischen Beschaffenheit und seiner Lagerung für das älteste Gestein ge-

halten wurde; ob er aber eine Abtheilung der Kreide-Gruppe vertritt oder jünger ist, kann — in Ermangelung fossiler Reste — nicht gesagt werden. Daß er sich in umgestürzter Lage befindet, hat schon Pilla bemerkt.*) Er erwähnt bei Aufzählung der Petrefacten aus den oberen Jura-Gebilden von *Corregna* *Ammonites Taticus* und *Nerinea*; von dem Vorkommen des ersteren überzeugte ich mich selbst und zweifle daher nicht, daß die fraglichen Schichten den „*ammonitico rosso*“ oder *Oxford-Gestein* der Alpen vertreten, und daß die zwischen demselben und dem *Macigno* erscheinenden Massen unvollkommene, Versteinerungs-leere Aequivalente eines Gliedes der Kreide-Gruppe sind. Ich füge noch meine Vermuthung bei, daß die tiefe Bucht von *Spezzia* sich in einer synklinalen *Macigno-Mulde* bildete, während die Härte vom unteren Kalksteine und Marmor Widerstand leistete, und zerbrochene antiklinale Massen zu beiden Seiten der Bai ausmachte. Weiter östlich sehen wir eine parallele und breitere synklinale Mulde, das Thal der *Magra*, das in ähnlichem *Macigno* ausgewaschen wurde, von einigen übrig gebliebenen Tertiär-Schichten bedeckt. Eine Wanderung über die große Antiklinale der *apuanischen Alpen* in das *Serchio-Thal* hinab bringt uns zu einer dritten, ähnlichen Mulde, auf deren östlicher Seite der *Macigno* zu beträchtlichen Höhen ansteigt.

Ich habe diese Skizze der allgemeinen Lagerungs-Verhältnisse in jenem Landstrich des nördlichen Italiens gegeben, nicht allein weil die ältesten bekannten Kalksteine in den Apenninen hier in parallelen, antiklinalen Linien erscheinen, sondern weil auch die Umrisse, die Rücken und Furchen uns gleichsam den Schlüssel zum Gebirgsbau in den Apenninen verschaffen. In Wahrheit, die italienische Halbinsel wird nicht durch eine Hauptaxe, sondern durch eine häufige Wiederholung von Axen charakterisirt; die Gesteine, welche sie zusammensetzen, zeigen sich oft verändert, gestört und von jüngeren Ablagerungen bedeckt, während ältere Gesteine nur mit Unterbrechungen zu Tage gehen, wenn man die Kette von N.-N.-W. nach S.-S.-D. verfolgt. Bis jetzt hat man in den bergigen Gegenden zwischen *Lucca* und *Parma*, oder in den Umgebungen von *Genoa* noch keine Jura-Gebilde entdeckt, weil dort allenthalben Kalksteine und *Macigno-Sandsteine* vorherrschen.

In einem anderen Theil *Toscana's* untersuchte ich in Gesellschaft von *Pilla* und *Coquand* die *Are jurassischer Gesteine*, welche bei *Campiglia* in der Berührung mit Granit-Massen in *Dome krystallinischen weißen Marmors* umgewandelt sind. Letzterer unterteuft an seinem Gehänge dünnen, geschichteten Kalkstein mit *Encriniten* und von Schiefeln bedeckt, und führt *Posidonia Josiae*. Die jurassische Gruppe ist offenbar die Verlängerung

*) Bull. de la Soc. Géol. de France, vol. IV, pg. 1069.

einer der oben erwähnten Zonen der apuanischen Alpen und pisanischen Berge. *) Das Vorhandenseyn ächter jurassischer Gesteine wurde durch G. de Becchi am Monte Cetona und in einer anderen Parallele zwischen der Maremma und den Apenninen nachgewiesen. Der Kern jenes Berges besteht offenbar aus dem nämlichen Oxford-Kalkstein mit *Ammonites Tatricus*, welcher auch die obere Gruppe von Spezzia zusammensetzt. In einer anderen Parallele wird die Berggruppe zwischen der Maremma und Siena aus weißem, rothem und gelbem Marmor (dem „montagnuolo Senese“) gebildet; das Ganze ruht auf einem Conglomerat und scheint die Jura-Reihe zu vertreten; über ihm geht die Scaglia zu Tage. Versteinerungen konnte ich keine auffinden.

Verfolgt man die Haupttrüben der Apenninen weiter gegen Süden, so treten hier und da isolirte Parthieen jurassischer Gesteine unter den sie bedeckenden Gebilden hervor. Ammoniten, zumal *A. elegans*, kommen in den Bergen östlich von Perugia und in dem rothen Marmor vom Monte Balbo westlich von Perugia, vor. *Ammonites Tatricus* und andere Formen der Oxford-Gruppe finden sich in den Kalksteinen des Monte Subasio, östlich von Assisi und bei La Rossa zwischen Fossato und Fimbriano. Dort treten also, wie in den apuanischen Alpen und bei Spezzia, solche ammonitische Gesteine als Argen unter den Mulden jüngerer Gebilde hervor, indem die Gehänge der Berge meistens von mächtigen Macigno-Ablagerungen bedeckt werden.

Bei Gessi unfern Terni, ganz am westlichen Ende der Apenninen, beobachtete ich rothen Kalkstein und Schiefer, zum Theil ununterscheidbar von dem „ammonitico rosso“ der venetianischen Alpen oder von Spezzia; er führt charakteristische Petrefacten, wie *Ammonites Tatricus*, *A. biplex* u. s. w. Die rothen ammonitischen Gesteine von Gessi, die sicherlich der Oxford-Gruppe angehören, ruhen auf grauem, vielleicht tausend Fuß mächtigem Kalkstein, der Quarz oder Feuerstein-Knollen enthält; sie werden von plattenförmigem Kalkstein und Dolomit-Massen bedeckt. Hätte man nun nicht die Versteinerungen in dieser rothen Zone — kein häufiges Phänomen in den Apenninen — gefunden, wie würde man das Alter der Schichten geahnt haben? Ein unangenehmes Gefühl ergreift den Geologen, wenn er Tage-lang in diesen Bergen wandert, ohne auch nur die Spur einer Versteinerung zu finden. Die Ammoniten von Gessi sind deshalb von unschätzbarem Werth. Die paläontologischen Forschungen von Bonzi in dem östlichen Theil des

*) Manche Phänomene an den Gehängen der Granit-Massen von Campiglia und des Vorgebirges von Piombino gleichen in hohem Grade denen auf der nachbarlichen Insel Elba; Eisenerze-führende Gesteine kommen gleichfalls vor.

Kirchenstaates werden, vereint mit den mineralogischen Schilderungen der vulkanischen und krystallinischen Gebilde durch Medici Spada, und nebst den Arbeiten eines G. Spada und Orsini über die adriatische Seite der großen Apenninen-Mte, neues Licht über den uns beschäftigenden Gegenstand verbreiten. Ponzì versicherte mich, daß — so schwer auch eine Trennung solcher Gesteine in petrographischer Hinsicht sei — es zahlreiche Stielen längs des westlichen Endes vom Hauptücken der Apenninen (von Scheggia und dem Monte Cucco in N.-N.-W. über Fossato Gualdo nach dem Col Fiorito in S.-S.-D.) gibt, wo Kalksteine mit jurassischen Ammoniten vorkommen, und allenthalben die Kreide-Gebilde unterteufen. Der genannte Rücken zieht parallel mit anderen gleichen Alters, nämlich: 1) dem von Monte Subasio und seiner Verlängerung auf der Ostseite des Spoleto-Thales; 2) dem von Cesi, westlich von Terni, und 3) dem vom Monte Cetona. Ein vierter dürfte sich in der toscanischen Maremma finden. Solche Thatfachen beweisen zur Genüge das vorwaltende Auftreten von Rücken und Mulden in der Richtung aus N.-N.-W. nach S.-S.-D., in welche ein großer Theil der Halbinsel zerfällt. Anhaltende Untersuchungen allein können darthun, bis zu welcher Ausdehnung jurassische Gesteine — den fossilen Resten gemäß — von Neocomien und Kreide zu trennen sind.

Es ist wohl kein Zweifel, daß unter den zahlreichen Abänderungen von Marmor in Italien der gemeine „cottanello“ — aus welchem die Säulen der Fagade von St. Peter bestehen — so wie die „breccia di Simone“ einfache, römische Repräsentanten des „ammonitico rosso“ oder Orford-Gebildes sind.

Ueber die Verbreitung, welche jurassischen Gesteinen von der bergigen Region der Central-Apenninen (die sich von dem hohen Sibilla und Leonessa bis in das Königreich Neapel zieht), eigen, ist nur Weniges bekannt. Orsini und Alessandro Spada haben nachgewiesen, daß auf der Ostseite der Mte jurassische Gebilde vorkommen; die höchsten Punkte bestehen aus Kreide oder Neocomien. Eigene Beobachtungen überzeugten mich, daß die von Collegno auf seiner Karte als jurassische bezeichnete Berggruppe, die sich von Civita Castellana nach Gaeta erstreckt, zur Kreide, und zwar zu den um Neapel auftretenden Felsmassen gehört. *) Die tiefsten Schichten an dem großen Vorgebirge an der Südseite der Bai von Neapel, und namentlich die bituminösen Kalksteine von Torre Orlando betrachtet

*) Collegno hat seitdem seinen Irrthum eingesehen, und unterrichtete mich davon, bevor ich die Gegend besuchte. Bei einer größeren Karte sind im Anfang derartige Fehler unvermeidlich und Collegno verdient jedenfalls großen Dank für das geologische Gemälde seiner heimatlichen Gegend, das er entworfen.

Agassiz als jurassisch, da sie *Pycnodus rhombus* (Ag.), *Notagodus Pentlandi* (Ag.) u. s. w. enthalten. Dagegen dürften einige tiefere Schichten im Val Biffoni, östlich von Rocera, zum Lias gerechnet werden, denn sie führen nach P. Egerton*) verschiedene Fisch-Neste, nämlich *Semionotus Pentlandi* (Egert.), *S. pustulifer* und *S. minutus* (Egert.).

Kreide-Gebilde in Italien.

Eine scharfe Unterscheidung zwischen Kreide und Jura-Gebilden in Italien ist, aus schon angegebenen Gründen, selten und nur dann möglich, wo die eine oder andere Gruppe Versteinerungen enthält, vergleichbar mit bekannten Leitmuscheln der Alpen. Bei Nizza im Westen, bei Mailand im Mittelpunkt, und im Vicentinischen im Osten finden wir solche Stellen. Verläßt man aber den Saum der Berge und gelangt weiter nach Italien, so treffen wir auf weite Strecken hin keine Spur eines fossilen Restes, der uns über das Vorhandenseyn der Kreide-Formation Aufschluß gewähren könnte. Wir sehen uns umgeben von breiten, wellenförmigen Höhen, aus Sandstein, Schiefer und unreinem Kalkstein bestehend, deren manche gar sehr an den Felsch der Alpen erinnern. Pareto's geognostische Karte von Ligurien (von Nizza bis Spezzia) und das sie begleitende Werk**) erklären zur Genüge, wie hier selbst ein ausgezeichneteter, mit seinem Heimathlande vertrauter Geolog mit Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Bei Nizza zeigt sich eine deutliche Reihefolge von dem Neocomien-Kalkstein durch Grünsand und Kreide bis in die nummulitischen Schichten. Aber in der ganzen Gegend östlich und westlich von Genua werden die schieferigen, harten Kalkplatten (Alberese) und die Macigno-Sandsteine als ein höheres Glied der secundären Epoche zusammengefaßt.

*) Proc. of the Géol. Soc. of Lond. vol. IV, pag. 183.

**) Pareto betrachtet in den „Cenni geologici sulla Liguria Marittima“ (pg. 30 — 47) sämmtlichen Macigno und Alberese Liguriens als der Kreide- und secundären Epoche angehörig, weil sie *Zucoiden* führen und nirgends *Nummuliten* enthalten. Was letztere betrifft, so sieht er die unterste große Bank von Nizza gleichfalls für Kreide an, weil sie auf einen Repräsentanten der weißen Kreide folgt, der grüne Körner in Menge umschließt. Es ist jedoch kein Zweifel, daß das nummulitische Gestein von Nizza eocen und tertiär ist, und auf einem Vertreter der weißen Kreide mit *Zuoceramien* ruht. Das Alter der alt Versteinerungen leeren Macigno und Alberese von Genovesato mit Sicherheit zu bestimmen, bleibt eine reine Unmöglichkeit, da überdies die genannten Gebilde nach allen Richtungen von Serpentin und anderen eruptiven Massen durchdrungen sind. Möglich, daß ein Theil der Kreide angehört und ein anderer der Nummuliten-Gruppe. Die nämlichen *Zucoiden*-Arten, die sich in den Alpen noch in den eocen Ablagerungen finden, und bis in die untere Kreide des nördlichen Italiens reichen, können nicht als bezeichnend für das Alter der fraglichen Gebilde angesehen werden.

In den Euganeen finden wir charakteristische Petrefacten der Kreide-Formation. Von dem Hauptgebirge durch eine Mulde tertiärer Ablagerungen im Vicentinischen getrennt, ist diese Berggruppe — aus Trachyten und der Scaglia bestehend — wegen der Nähe von Padua durch Forschungen dortiger Geologen bereits bekannt. Da Rio *) gebührt namentlich das Verdienst, in seinem ausführlichen Werke, im Verein mit Catullo und Anderen, eine Schilderung der sogenannten pseudo-vulkanischen Phänomene jener Gegend, so wie eine Aufzählung der dortigen fossilen Reste gegeben zu haben. Indessen konnte man auf die Beschreibung der letzteren hin geologische Abtheilungen in den secundären Gebilden versuchen, obwohl die Schichten mit Ammonites, Belemnites und gewissen Schiniten (*Ananchytes ovatus*) von den Nummuliten-führenden Gesteinen getrennt wurden, welche da Rio — der Ansicht Brongniart's folgend — für tertiäre hält. Neuere Untersuchungen Passini's und Catullo's, namentlich aber Zigno's haben dargethan, daß die Kalkmassen — früher unter dem Namen graue, weiße und rothe Scaglia bekannt — ihren Petrefacten gemäß in zwei Formationen zerfallen. Die untere repräsentirt das Dyforder-Gebilde, den „ammonitico rosso“ der Alpen; sie enthält *Ammonites Hommairi* (*d'Orb.*), *A. biplex* (*Sow.*) und *A. Zigoanus* (*d'Orb.*) Die nächste Ablagerung, Neocomien, bildet die Basis des Kreide-Systemes und wird charakterisirt durch *Crioceras Duvalii*, *Belemnites dilatatus* (*Blainv.*), *Ammonites cryptoceras* (*d'Orb.*), *A. Astierianus* (*d'Orb.*) und *A. infundibulum* (*d'Orb.*) Alsdann folgt das als „Aptien“ Gebiet von d'Orbigny bezeichnete Gebilde: es enthält den *Hippurites neocomiensis*, *Sphaerulites* und *Ammonites Guettardi*. Die obersten Schichten bestehen aus Scaglia, welche die weiße Kreide vertritt, mit *Inoceramus Lamarekii*, *Ananchytes tuberculatus*, *Holaster* u. s. w.

Zigno hat in seiner Beschreibung des „terreno cretaceo“ der venetianischen Alpen, welches in der Monfenera entwickelt ist, die vollständige Reihenfolge aller Glieder des Kreide-Systemes im nördlichen Italien gezeigt. Indem er die „biancone“ der „majolica“ **) von Mailand

*) *Orittologia Euganea del Nobile Niccolo da Rio; 1836.*

**) Auf dem rechten Piave-Ufer gehen die Schichten der rothen Scaglia in eine andere Gesteins-Gruppe über, welche sich durch Farbe und Structur wesentlich unterscheiden. Sie sind meist grau, von muscheligem Bruch und wechsellagern mit dünnen Schichten thonigen Mergels und bräunlichen Kalksteins mit Feuerstein-Knollen. Alle diese Gebilde gehen in einen grauen, an Zucoiden reichen Sandstein über; mit diesem kommen Bänke eines Kalkes vor, der mit späthigen Punkten und Adern durchzogen ist. die ihm ein krystallinisches Ansehen geben, außerdem erscheint ein dichtes weißes Gestein mit muscheligem Bruch, das unter dem Namen „Biancone“ oder „Marmo majolica“ bekannt ist. Vergl. N. de Zigno sul terreno cretaceo dell' Italia settentrionale.

gleichstellt, beweist er durch mehrere Arten von *Crioceras* und *Ammonites*, die von d'Orbigny aus dem Neocomien der Provence bekannt gemacht wurden, daß die italienischen Kalksteine, welche die Basis der Kreide-Gebilde ausmachen, vollkommen verschieden sind von der sie bedeckenden rothen und grauen Scaglia, und von dem Oxford-Gestein oder „*ammonitico rosso*“ unter ihnen. Ich kann mit den italienischen Geologen darin nicht übereinstimmen, wenn sie behaupten, daß ein Kalkstein zwischen dem Neocomien und der oberen Scaglia Nummuliten führe. Denn eine nähere Untersuchung zeigt bald, daß alle die muthmaßlichen Nummuliten*), die namentlich in den oberen Schichten solcher Kreide-Kalksteine erscheinen Foraminiferen-Geschlechter sind, (hauptsächlich *Orbitolites*); die zwischen dem sogenannten Neocomien und der Scaglia auftretende Sandstein-Schichte erinnert an jene der Profile der bairischen Alpen und vom Grönten.

In den Euganeen wie in den venetianischen Alpen, wird das obere Glied der Kreide von den wohlbekannten unter-tertiären, nummulitischen Gebilden des Vicentinischen bedeckt, in welchen viele Nummuliten-Arten vorkommen, zugleich mit *Turbinolia* und anderen Versteinerungen. Die tertiäre Gruppe zieht sich bis zu den Hügeln südlich von Vicenza, und bildet einen Theil der oben erwähnten tertiären Ablagerungen. Verläßt man aber die Euganeen, und wandert über die zwischen ihnen und dem Mittelpunkt der Apenninen ausgebreiteten Ebenen, so ändert sich der geognostische Charakter der Gegend bald. Die Kalksteine — deren manche vielleicht obere Glieder des Kreide-Systemes vertreten mögen — werden von Serpentinien durchbrochen und enthalten kaum eine Spur fossiler Reste. Vergebens forscht der Geolog in den Kalkstein-Bergen zwischen Bologna und Florenz, oder an der Ape zwischen Ligurien und Piemont; mit Mühe entdeckt er wenige *Fucoiden* und selbst die großen Massen des mit jenen Gebilden verbundenen

*) Vergl. „*Sul Terreno Cretaceo dell' Italia Settentrionale*“; Padua, 1846. Auf der Naturforscher-Versammlung zu Venedig im Jahre 1847 bemühte ich mich vergebens, Nummuliten in dem fraglichen Kreide-Gebilde aufzufinden. Unter den unzweideutigen Neocomien-Petrefacten d'Orbigny's, welche Zigno aufführt, sind: *Ammonites asterianus*, A. Guettardi, A. mocilentus, A. Juiletti, A. inaequalicostatus, A. Grasianus, A. Morelianus, A. subalmbriatus, A. reticostatus, A. Matheroni, A. Terverii, A. bidichotomus, (*Leym.*), *Belemnites dilatatus* (*Blainv.*), B. latus (*Bl.*), *Crioceras Emerici*, (*d'Orb.*), C. Duvalii (*Léveillé*), und C. da Rio (*Zigno.*) Außerdem kommen noch zwei Arten von *Aptychus* und *Spatangus retusus* vor. L. v. Buch glaubt, daß einer der *Aptychus* auch in dem oberen Jura sich einstelle. Zeuschner führt in seiner oben erwähnten Schrift zwei jurassische *Aptychus*-Arten an und *Terebratula diphyra*, die sich in Gesellschaft vieler Neocomien-Petrefacten in dem nämlichen Karpathen-Gebilde finden — eine Anomalie, die ich bereits zu erklären versuchte.

Macigno bieten keine Ausbeute. Indessen, so selten auch Petrefacten sind, hat man dennoch einige aufgefunden. Der Hamites Micheli von Fiesole und zwei von Pentland und Pareto nachgewiesene Ammoniten, genügen — in der Ermangelung anderer Petrefacten — um mir zu beweisen, daß hier eine Zone verbreitet ist von eigenthümlicher petrographischer Beschaffenheit, welche das Kreide=System vertritt, wie am nördlichen Gehänge der Karpathen. Ich betrachte die fragliche Gruppe als ein Aequivalent des oberen Grünsandes und der Kreide, der schon viele der Charaktere des Flysch oder Macigno der Kreide=Ablagerungen von Gosau eigen sind. Doch kann ich keineswegs mit Savi übereinstimmen, der allen Macigno zur Kreide rechnet. Ich bin im Gegentheil überzeugt, daß die bedeutendsten Massen dieses Gebildes — besonders da wo es mit Nummuliten=Gesteinen in Berührung tritt, oder solche bedeckt — der eocenen Epoche angehören. Die Schichten von Perolla bei Massa Marittima, welche die von Pilla abgebildete Gryphaea enthalten, repräsentiren nach meiner Ansicht die höchste Kreide=Stufe, oder bilden den Uebergang in die tiefsten Tertiär=Schichten.

Wahre Aequivalente des Neocomien sind, wie gesagt, im nördlichen Italien selten. Lagerungsweise und petrographische Charaktere der Gesteine, welche den „Prato Fiorito“ genannten Berg unweit Lucca zusammensetzen, scheinen für Neocomien zu sprechen. Sie bestehen aus dichten hellfarbigen Kalksteinen, reich an Feuerstein, und erinnern an den „biancone“ in den venetianischen Alpen, welcher gleichen Alters ist. Ueber den Kalksteinen liegen Schichten von unreinem, sandigem Kalkstein, von Schiefer und rother Scaglia, die wohl für Vertreter des Grünsandes und der Kreide gelten können. Die großen Massen von Macigno, welche die ganze Reihe bedecken, bilden die höchsten Gipfel der angrenzenden Berge. Auf diese folgen eigenthümliche Kalk=Conglomerate, die den gewöhnlichen Platz der Haupt=Nummuliten=Zone Italiens einzunehmen scheinen. Nach langem Suchen konnte ich nur den undeutlichen Abdruck eines Crioceras nahe an dem Gipfel des muthmaßlichen Neocomien finden. Fucoiden kommen auf den Klüften des unreinen, der Scaglia ähnlichen Kalksteines vor, der die große Macigno=Ablagerung unterteuft.

Auf solche Schwierigkeiten stößt der Geolog bei dem Versuch, die Aequivalente der Kreide=Gebilde in Ligurien, Modena, Lucca und Toscana aufzufinden, und deren Verhältnisse zu den sie bedeckenden und unterteufenden Felsmassen zu ermitteln. Dagegen erscheinen in dem südlicheren Zug der Apenninen nicht allein hie und da ächte Kreide=Ablagerungen, sondern sie gewinnen auch ihre eigenthümlichen Charaktere wieder, führen bezeichnende Petrefacten und setzen beträchtliche Bergmassen im südlichen Italien zusammen. Im Kirchenstaate bilden diese Kalksteine, unter manchen Windungen und

Brüchen, die Hauptketten, welche die Thäler von Umbria, die Sabiner Berge (Tivoli, Subiaco und Palestrina) begrenzen, so wie die nach Gaeta und Neapel sich ausdehnenden Volsker-Berge. Obwohl diese Gesteine in ihrer oberen Abtheilung hauptsächlich durch Hippuriten charakterisirt werden, vermag ich dennoch nicht mit Bestimmtheit anzugeben, in wie fern sie zu trennen seyen in einzelne Formationen, die den Neocomien oder unteren Grünsand vertreten und den oberen Grünsand und die Kreide. Doch will ich das Vorkommen von nummulitischen Gebilden und von Macigno oberhalb des Hippuriten-Kalksteines in den Sabiner Bergen beschreiben. In den Kalksteinen von Gaeta, sie seyen nun krystallinisch, grobkörnig oder dicht, fand ich viele Hippuriten. Die nämlichen Gesteine, den Monte Marzo bei St. Agata zusammensetzend, werden von dünngeschichteten, bituminösen, dunkelfarbigten Kalksteinen bedeckt, die vielleicht den Neocomien repräsentiren. Die jurassischen Kalksteine von Sorrento besitzen große Mächtigkeit und führen Hippuriten; die ganze, eben genannte Gruppe unterteuft den Macigno.

Ueber die eocenen Ablagerungen in Italien und deren Verhältnisse.

Diese Gruppe, welche in den venetianischen Alpen, im Vicentinischen und in den Euganeen so deutlich oberhalb der Kreide-Gebilde entwickelt ist, wurde schon vielfach beschrieben. Namentlich kennt man ihre Beziehungen in den Umgebungen von Nizza.*) Um so auffallender sind die Phänomene, welche die Gebilde in anderen, angrenzenden Gegenden zeigen: ihre petrographische Beschaffenheit ändert sich gänzlich, und fast vollständiger Mangel

*) In Gesellschaft Lyell's besuchte ich Nizza im Jahre 1828; seitdem haben wir in der Kenntniß der Gesteine in dortiger Gegend bedeutende Fortschritte gemacht. Ich erinnere mich der Verhältnisse hinreichend, um die Schilderungen von Pareto und Perez würdigen zu können. Letzterer gab nämlich auf der Versammlung italienischer Naturforscher zu Genua einen ausführlichen Bericht über die dortigen nummulitischen Ablagerungen; während er aber einräumte, daß der größere Theil der nummulitischen Petrefacten eocene seyen, rechnete er sie doch — der herrschenden Ansicht weichend — zur Kreide-Formation, so wie den angrenzenden Macigno der Meeresalpen, welcher die Nummuliten-Gebilde bedeckt. Die Profile desselben stimmen im Allgemeinen sehr mit meinen Beobachtungen in den Alpen und in den Apenninen überein; ich bemerke daher nur, daß sie eine Reihenfolge von verschiedenen, Nummuliten-führenden Schichten wahrnehmen lassen, deren unterste auf Gebilden (oft Grünsand) ruhen, welche die Inoceramen der Kreide führen, oder an anderen Stellen andere Petrefacten der oberen Kreide-Gruppe. Ein Kalkstein mit Neocomien-Versteinerungen, und ein anderer mit fossilen Resten der Oxford-Gebilde, vervollständigen die Analogie mit den Profilen in den venetianischen Alpen. Perez glaubt, daß der Macigno der Meeresalpen allenthalben jünger sey, als der nummulitische Kalkstein.

an fossilen Resten tritt ein, wie es in Ligurien, Modena und Toscana der Fall. Im Allgemeinen findet sich eine große Aehnlichkeit im äußeren Ansehen zwischen dem Macigno der Italiener und dem Gylsch und Wiener Sandstein der Schweizer und österreichischen Geologen. In den Apenninen und in den Alpen kommt — wie ich schon oben bemerkte — ein feinkörniger, glimmeriger Sandstein vor, der dem gewöhnlichen Macigno sehr gleicht; sein Alter — er mag nun der Kreide- oder der eocenen Periode angehören — ist zweifelhaft. Ich habe hier nur jenen Macigno im Auge, der — wo keine Umstürzungen statt hatten — zwischen oder über den nummulitischen Gesteinen erscheint. Betrachten wir die Umgebungen von Florenz, so finden wir, daß — obwohl in der Nähe der Stadt eine aus Kreide-Massen bestehende Basis fehlt — die ganze toscanische Reihe von Alberese und Macigno-Sandsteinen auf secundärem (jurassischem) Kalkstein ruht, und eine ziemliche Verbreitung besitzt, in den pisanischen Bergen im Westen, beim Monte Cetona und bei Campiglia im Süden, und in den Central-Apenninen am Monte Verame und Gitta di Castello im Osten. Wahrscheinlich gehörte die untere Abtheilung in Toscana dem, keine Versteinerungen-enthaltenden Repräsentanten der obersten Kreide-Schichten an. Die Bezeichnung „Alberese“ ist so weit ausgedehnt auf jeden hellfarbigen Kalkstein, der den Macigno unterteuft oder mit ihm wechsellagert, und hie und da Fucoiden enthält, daß es sehr gewagt seyn würde, in an fossilen Resten so armen Gegenden eine Grenze zwischen secundären und tertiären Gebilden zu ziehen. Wir haben hier nicht, wie in den Alpen, einen Versteinerungen-führenden Neocomien-Kalkstein, den Repräsentanten des unteren Grünsands, noch irgend eine Ablagerung, wie die alpinischen Aequivalente des oberen Grünsand und der Kreide. Aber so dunkel die Verhältnisse der Reihe in absteigender Ordnung sind — wer die Gebirgskette von Bologna nach Florenz durchwandert, wird sich davon überzeugen — bieten diese Gegenden dennoch einen genauen Vergleichungs-Punkt mit den Alpen in der großen petrographischen Aehnlichkeit des oberen Macigno mit dem Gylsch der Schweizer. Auch erinnern sie deshalb an gewisse Alpen-Regionen, weil zwischen den untersten Schichten, in denen Nummuliten vorkommen, und den ober und unter ihnen liegenden Gebilden keine scharfe Grenze ist. Als Beweis dient der Umstand, daß Villa unter dem Namen „Etrur-Formation“ eine Reihe von Gebilden zusammenfaßte, die — wie ihn spätere Untersuchungen überzeugten — in ihrer unteren Abtheilung aus zur Kreide gehörigen Massen bestehen, während der obere Theil eine eigenthümliche Zwischen-Bildung ausmacht. Da demnach das etrurische System — nach dem, an organischen Resten ärmsten Landstrich Europas so benannt — secundäre und tertiäre Gebilde

in sich begreift, so bleibt es nicht zweifelhaft, daß eine solche Bezeichnung in der Geologie keine Anwendung finden dürfe.

Während also einige der tiefsten Alberefe- und Macigno-Schichten als zweideutige Kreide-Ablagerungen gelten können, vertritt der obere Theil von Pilla's Petrur-Formation vollständig die eocene Gruppe der Alpen; gleich dieser, enthält er an vielen Orten nummulitische Zwischen-Bildungen, und wird von mächtigen Bänken des Macigno-Sandsteines bedeckt.

Die Schilderung, welche Pilla gibt, bestimmte mich, die nummulitischen Kalksteine von Mosciano bei Florenz zu besuchen. *) Die Verhältnisse verdienen allerdings die Aufmerksamkeit der Geologen. Die tiefste Schichte bildet grauer Kalkstein oder Alberefe, mit Fucoiden; auf ihn folgen Schiefer, dann nummulitische Kalksteine, endlich beträchtliche Massen von Macigno-Sandstein, welche die Hügel von St. Martino zusammensetzen. Die tiefsten Schichten bei Calcinajo bestehen aus dünngeschichteten, hellfarbigen Kalksteinen von muscheligem Bruch, mit Mergel-Lagen, die *Fucoides intricatus* und *F. Targioni* führen. **) Die Kalksteine, mit Schiefen oder Mergel wechsel-lagernd, bilden einen niedrigen Dom, dessen südliche Seite unter anderen Schiefen von schwarzer und rother Farbe, dem „Galestro“ der Umwohner, einfällt, bedeckt von dünnen Streifen glimmerigen Sandsteines (Macigno). ***)

Alsdann folgen lichtegraue Kalksteine in Schichten von vier bis fünf Fuß Mächtigkeit, die kleine Nummuliten (*N. globulus*?) enthalten, so wie kleine Foraminiferen, und in den obersten Lagen Fragmente eines älteren Kalksteines. Diese Massen gehen allmählig nach oben in plattenförmige, sandige Kalksteine über, welche den Uebergang in die mächtig entwickelten Macigno-Massen bilden. An der Basis der Sandsteine erscheinen Conglomerat-Bänke, die Brocken von Quarz und Diabase enthalten, darüber liegen die Macigno-Sandsteine, die — nur an ihrer Oberfläche durch die Verwitterung weiß werdend — im frischen Bruch die graue Farbe des Macigno zeigen. Sämmtliche Gebilde besitzen eine gleichförmige Lagerung, und von St. Martino bis gegen die Gipfel der Hügel fallen sie nach S.=S. unter allmählig abnehmenden Winkeln von 20° bis 10° ein. Es ist also klar, wie die hier in einer untern Abtheilung des Macigno auftretenden Nummuliten-Gebilde deutlich von einer anderen, mächtigeren Ablagerung des Macigno bedeckt werden.

*) Ich ward begleitet von C. Torrigiani und Targioni-Tozzetti.

**) Wo diese Kalksteine sich von blaugrauer Farbe zeigen, werden sie, zum Unterschied von den weißen Massen des „Alberefe“ als „Golumbino“ bezeichnet.

***) Vergl. das Profil, welches Pilla in seinem Werke „Distincione del Terrano Etruri tra piani secondari del mezzo-giorno di Europa; Pisa, 1846, Tav. III, fig. 3, und Mem. de la soc. géol. de France, vol. II (2 nd. ser). pg. 163.

Nach meiner Ansicht stehen diese Gebilde auf derselben Parallele, wie die nummulitische und Flysch-Gruppe der Alpen.

Die Hügel bei Pistoja und andere Orte in den Umgebungen des Arno-Thales lassen gute Macigno-Profile wahrnehmen; allenthalben erscheint der glimmerige, etwas Kalkerde-haltige Sandstein mit Körnern schwarzen Schiefers, dessen man sich in der ganzen Gegend als eines trefflichen Bausteines bedient. An mehreren Orten nördlich von den pisanischen Bergen fällt er abwärts von den ihn unterteufenden Kalkmassen. Leider gestattet der Mangel an Petrefacten zwischen der ammonitischen Gruppe der Kalk-Gebilde und den tiefsten Schichten des ächten Macigno — als Zwischen-Bildung erscheint dichter Kalkstein mit Feuerstein-Knollen — durchaus keine nähere Vergleichung. *) Steigt man das Arno-Thal oberhalb Florenz hinan, so bemerkt man besonders zwischen Ponte Siave und Incisa mächtige Bänke von Alberefe-Kalkstein, welche starke Windungen zeigen und unter den beträchtlichen Ablagerungen des Macigno einfallen; am Monte Consumata treten — wie schon Villa gezeigt hat — zwischen letzteren zwei oder drei Streifen nummulitischen Kalksteines auf.

Die ungeheuren Macigno-Massen, welche die Seiten des oberen Tiber-Thales unfern Arezzo bilden und sich von da bis in die Umgebungen von Perugia ziehen, können bis zu den Gehängen der höchsten Apenninen verfolgt werden, wo sie ihre Stelle auf secundären Kalksteinen einnehmen. Namentlich ist der Macigno zwischen Perugia und Arezzo sehr entwickelt; er wechsellagert mit untergeordneten Kalkstein-Streifen und ist selbst oft kalkhaltig. Er bildet dort eine weite Mulde, begrenzt von den secundären Kalksteinen des Monte Cetona im Westen und durch die Apenninen im

*) Vergl. Sulla costituzione geologica dei monti Pisani, memoria del Prof. Cav. Paolo Savi; Pisa, 1846. Savi zeigt, den Nummuliten-Kalk als oberstes Glied der Kreide-Gruppe betrachtend, daß er auf Alberefe mit Zucoiden und ohne Feuerstein, auf Macigno-Sandstein, auf thonigen Schiefeln und geflecktem Kalkstein mit Zucoiden ruht. Unterhalb dieser oberen Abtheilung finden sich andere, dunkelfarbige Kalksteine mit Zucoiden und Feuerstein-Knollen, die Basis der Kreide-Ablagerungen bildend. Zu der Jura-Formation rechnet Savi, als oberstes Glied derselben einen lichtgrauen Kalkstein, gleichfalls mit Feuerstein, der — wie er behauptet — in das rothe Ammoniten-Gestein übergeht, und auch noch einige Petrefacten desselben führt, was wohl nicht zu bezweifeln ist. Die untere Jura-Gruppe der Lias besteht aus weißlichem Kalkstein mit zweischaligen und thurmformigen Muscheln, ferner aus einem dunkelfarbigen Kalkstein mit undeutlichen fossilen Resten und aus „Berrucano.“ Der einzige, deutliche Horizont in der ganzen Reihe — durch seine secundären Petrefacten genügend bezeichnet — ist der „ammonitico rosso.“ Der Lagerungs-Weise der Nummuliten-Gebilde im südlichen, wie im nördlichen Italien nach zu urtheilen, dürfte die große Masse oder untere Abtheilung der Alberefe-Kalksteine wirklich zur Kreide-Formation gehören.

Osten. Aus den Beziehungen der Gebilde zu den Schichten mit Kreide=Versteinerungen konnte ich nicht recht ermitteln, ob sie wirklich unter=tertiäre seyen; ich halte sie für einfache Verlängerungen des eocenen Macigno von Arezzo und dem Monte Consuma, in dem nummulitische Ablagerungen vorkommen. Bei ihrer Untersuchung mußte ich unwillkürlich Alex. Brongniart's gedenken, welcher, — als ich ihm charakteristische Exemplare des oberen silurischen Ludlow=Gebildes zeigte, in ihnen ächte Macigno=Gesteine zu erkennen glaubte. In der That, ich kann nur versichern, daß die wenig Glimmer= und Kalkerde=haltigen, erdigen Sandsteine, die an der Oberfläche durch Verwitterung eine aschgraue Farbe erlangen, auf denen einst Flaminius die Niederlage durch Hannibal erlitt, sich wenig von den Gebilden unterscheiden, auf denen Caractacus zum letzten Male den Römern Stand hielt, obwohl jene eocene oder jüngere Kreide=Ablagerungen, diese silurische, paläozoische Gesteine sind. Ich erwähne des Umstandes nur, um gewisse Geologen einer früheren Epoche zu entschuldigen, die — in einer an Petrefacten so armen Gegend — den Macigno als alte „Grauwacke“ betrachteten und um zu zeigen, wie unstatthaft der Gebrauch dieses Wortes — außer in mineralogischem Sinne — sey. Der Macigno der Umgebungen von Perugia geht nach oben in plattenförmige Kalksteine über und wird von den Sandstein= und Mergel=Ablagerungen bedeckt, die das Baumaterial zu Perugia lieferten. *)

Am ganzen westlichen Ende der Apenninen von Foligno bis gegen Rom tritt kein Macigno auf, und die große Mulde zwischen diesem Theil der Apenninen im Osten und den secundären Kalkstein=Rücken der sienesischen und römischen Maremma im Westen wird ausschließlich von vulkanischen und tertiären Gebilden eingenommen; nur gegen Rom tauchen einige isolirte Hügel, aus Apenninen-Kalkstein bestehend, auf. Südlich von Narni und in den Sabiner=Bergen östlich von Rom, wo die Kalksteine deutlich der Kreide angehören, treffen wir von neuem nummulitische Kalksteine und Macigno, nicht an der äußeren oder westlichen Seite der Gebirgskette von Tivoli und Palestrina, sondern zwischen diesen Orten und Subiaco. Sämmtliche Kalksteine der Gegend, selbst der schöne Marmor, unter dem Namen „Occhio di Pavone“ bekannt, enthalten Hippuriten. Auf meiner Wanderung durch's Gebirge von Palestrina nach Subiaco beobachtete ich, daß, während der Hippuriten-Kalkstein gegen die Ebene der Campagna eine steile Felswand bildet, wenn man ihn quer gegen seine Streichungslinie, oder nach Osten verfolgt, mächtige Windungen und Brüche der Schichten sich einstellen; bei Levano wird er von Bänken

*) Eine Verletzung am Fuße verhinderte mich, die Hügel östlich von Perugia und Assisi zu untersuchen. Nummuliten sollen dort keine vorkommen.

unreinen, sandigen Kalksteines mit Nummuliten und Pecten-Arten bedeckt. Alsdann fällt die ganze Kalkstein-Gruppe unter Mulden von Macigno-Sandstein ein, jenen von Toscana ähnlich. Wenn diese Massen auch an der Oberfläche durch Verwitterung eine rostgelbe und aschgraue Farbe erlangen, so zeigt sich doch, frisch gebrochen, jener blaulich-graue Sandstein mit kleinen Körnern schwarzen Schiefers, der als Baumaterial von Florenz so wohl bekannt ist. Die Macigno-Schichten stehen bisweilen auf dem Kopf, sind — unter einem Streichen von S.=S.=D. nach N.=N.=W. — so zerbrochen und zwischen die älteren Kalksteine gepreßt, daß man leicht, mit ihren Verhältnissen weniger bekannt, auf den Gedanken kommen könnte, sie unterteuften die älteren Gesteine.

Bei Rojati (nahe der Mitte der Mulde) fällt der dünngeschichtete Macigno mit Schiefer-Lagen abwechselnd, unter geringem Winkel ein und geht nach unten in den nämlichen sandigen und kieseligen Sandstein über, welcher den Gipfel des pittoresken Kreide-Berges von Olevano bildet. Bei Subiaco ruht die Kirche von Maria della Valle auf geneigtem, grauem Macigno, der in abweichender Lagerung von horizontalen, tertiären Conglomerat-Massen bedeckt wird und nach unten in die oberen Schichten der Kreide-Kalksteine übergeht, welche alle Berge der Umgegend zusammensetzen, in deren Grotten St. Benedict sein berühmtes Kloster baute. Hier, wie bei Olevano, bestehen die Bildungen zwischen Hippuriten-Kalkstein und Macigno aus sandigen oder kieseligen, unreinen, gelblich-weißen Kalksteinen mit Nummuliten und Pecten. Bei Agosta, im Teverone-Thal, sind ausgedehnte Steinbrüche im Macigno; er zeigt sich sehr hart, von blaulicher Farbe, kaum zu unterscheiden von dem „Pietra forte“ von Florenz. Die Schichten fallen unter kleinem Winkel gegen das Thal und scheinen die mächtigen Kalkstein-Klippen von Agosta zu unterteufen; aber der Anschein trügt, es ist nur eine der großen Verwerfungs-Linien in der Gebirgskette, denn der Macigno hat eine Neigung von 10^0 bis 12^0 , der secundäre Kalkstein fällt aber unter 45^0 ein.

Aus der kurzen Schilderung, welche A. Spada und Orsini*) von den Felsmassen zwischen der Wasserscheide der Apenninen und dem adriatischen Meere, in der Parallele von Ascoli und dem Tronto-Fluß, gegeben haben, geht hervor, daß dort eine weit größere Einfachheit im Gebirgsbau herrscht, als auf der westlichen Seite der Ape. Der Mangel eruptiver und vulkanischer Gebilde — die längs des westlichen Abfalles der Gebirgskette eine so große Rolle spielen — mag wohl die bedingende Ursache sein. Die politischen Wirren im Lande hielten mich von einem Besuche

*) Bull. de la Soc. Géol. de France, 2me ser., II, pag. 408 (1845.)

der Küste des adriatischen Meeres ab; ich kann daher nur auf Spada's und Orsini's Beschreibung verweisen. Ihre Profile zeigen einen Uebergang aus dem „majolica“ genannten Kalkstein in darüber liegenden Kalkstein mit Nummuliten, und von da aufwärts durch graue unreine Kalksteine mit Nucoiden in Macigno. Ist nun die Majolica — wie ich vermuthe — Neocomien, und nicht jurassisch — wie die genannten Geologen glauben — vertritt sie die Kreide oder nicht: wir haben eine deutliche Reihenfolge (in aufsteigender Ordnung), in welcher der Macigno die höchste Masse bildet, und nur von tertiären miocenen Schichten mit Gyps bedeckt wird. Nun bleibt die Frage übrig: was für Petrefacten finden sich in Gesellschaft der ächten Nummuliten? Sie scheinen den von mir bisher mehrfach beschriebenen ähnlich, und sind daher keine Kreide=Versteinerungen, sondern bilden eine besondere Gruppe. In diesem Falle sehen wir die wohlbekannte alpinische Reihenfolge von nummulitischen Kalksteinen vor uns, die bald auf dem Neocomien, bald auf den oberen Kreide=Gebilden ruhen, und von mächtigen Gyps=Ablagerungen bedeckt werden, d. h. von unreinem Kalkstein mit Nucoiden, von Sandstein u. s. w. Doch ein Umstand weicht gänzlich ab von den Verhältnissen im nördlichen Italien. Die miocene oder Gyps=führende Molasse der italienischen Geologen erscheint als eine ungleichförmige Masse zwischen Macigno und dem unteren Subapenninen=Gebilde. Ich glaube, daß das Phänomen ein örtliches ist, da außerdem bemerkt wird, daß bei Näsoli die nämlichen Formationen gleichförmig über einander liegen. Was die miocenen und pliocenen Massen, und deren gegenseitigen Uebergang betrifft, so soll später die Rede davon seyn.

Weitere Beispiele von der Lagerung der Haupt=Massen von Macigno oberhalb der secundären Gebilde oder Hippuriten=Kalksteine des mittleren Italiens werden wohl überflüssig seyn. Auf dem oberen Weg von Rom nach Neapel kann der Wanderer leicht beobachten, wie in den Umgebungen von Gerentino nur wenig geneigte Schichten von Macigno und dünne Lagen sandigen Mergels von einem Scaglia=Rücken abfallen und sich unter den jüngeren Tertiär=Gebilden der Campagna verlieren. Die Macigno=Massen an der südwestlichen Seite des großen Vorgebirges von Sorrento, welches den südlichen Theil der Bai von Neapel bildet, liegen gleichfalls auf Kreide= oder Hippuriten=Kalkstein.

Am besten und lehrreichsten sind wahrscheinlich die Verhältnisse zwischen der oberen Kreide und den wahren eocenen Nummuliten=Gebilden am Monte Gargano zu sehen; auch von dem Besuche dieses Ortes hielten mich die politischen Zustände ab. Der verstorbene Pilla ist vielleicht der einzige Geolog, der denselben untersuchte und beschrieb. Leider war er damals noch

nicht so vertraut mit der Lagerungsweise und den fossilen Resten der fraglichen Gruppe, wie er später wurde, und ich weiß, aus seinem eigenen Munde, daß er noch einen wiederholten Ausflug nach dem Monte Gargano beabsichtigt hatte. Zu meiner Entschädigung fand ich in dem mineralogischen Museum zu Neapel, das unter Scacchi's*) einsichtsvoller Leitung steht, eine ausführliche Sammlung von Felsarten und Petrefacten vom Monte Gargano; aus ihrer Betrachtung blieb es mir nicht im Geringsten zweifelhaft, daß dort die nämliche Schichtenfolge stattfindet, wie in den venetianischen Alpen, im Kirchenstaate u. s. w. Als älteste Gesteine erscheinen dichte, harte, weiße Kalksteine mit Feuersteinen, außer Ammonites und Nerinea fünf Arten von Hippurites enthaltend. Alsdann folgen andere Schichten; rothe Breccie, eigenthümliche poröse Korallen-Kalksteine mit Pecten, Voluta, Oliva, Dentalium, Fusus, Terebellum u. s. w. Eine dritte Schichte enthält Balanus und Turbinolia. Der mit dieser Gruppe verbundene, weiße Kalkstein ist ein ächter „calcaire grossier“ mit Nummuliten. Archiac hat die Nummuliten auf meinen Wunsch untersucht und erklärt, daß vier Arten auch in den unteren Pyrenäen vorkommen. Eine derselben, *N. laevigata*, (Lam.) findet sich überdies in dem London-Thon von Bracklesham, in den unteren Tertiär-Gebilden Belgiens und im Vicentinischen, während eine andere — *N. planospira* (Boub.) oder *N. assilinoide* (Rut.) — in den Alpen ungemein häufig ist, und die *N. granulosa* (Arch.) in den Pyrenäen und bei Dar getroffen wird. Das Alter der fraglichen Gebilde bleibt daher nicht zweifelhaft. Ich füge noch bei, daß in keinem der zahlreichen Handstücke, welche ich untersuchte, Nummuliten zugleich mit Hippuriten vorkommen, auch herrscht stets ein gewisser Unterschied zwischen dem harten, dichten, weißen Feuerstein-führenden Hippuriten-Kalkstein und dem weißen, grobkörnigen Kalkstein mit Nummuliten. Die Sammlungen vom Monte Gargano enthalten noch jüngere Versteinerungen aus einem Kalktuff, worunter Pecten latissimus, Panopaea Faujasii und andere wohl bekannte Subapenninen-Muscheln. Das Vorhandenseyn pliocener Ablagerungen, wie an den Küsten des mittelländischen und adriatischen Meeres, ist daher mit Sicherheit nachgewiesen.

Miocene, pliocene und jüngere tertiäre Ablagerungen in Italien.

Längst kannte man das Auftreten von pliocenen und miocenen Massen im nördlichen Italien, hatte aber den gegenseitigen Uebergängen der Gruppen nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Ich will daher zuerst zeigen, wie im

*) Scacchi will nun selbst den Monte Gargano besuchen, die Lagerungsverhältnisse und fossilen Reste beschreiben.

nördlichen Italien die ältesten miocenen (wenn nicht zum Theil eocenen) Gebilde ganz allmählig in die über ihnen liegenden Subapenninen = Schichten übergehen. *) Ich habe bereits bei der Schilderung der Gegend um Bassano und Asolo davon gesprochen und bemerkt, daß wir von Zigno eine Beschreibung der fossilen Reste aus den Schichten zwischen den nummulitischen, eocenen Gebilden und den darüber liegenden Mergeln und Conglomeraten zu erwarten haben.

Die Gegend, welcher ich zuerst die Aufmerksamkeit zuwende, da sie eine ununterbrochene Reihenfolge von den höchsten Schichten der eocenen oder von den tiefsten der miocenen Massen, durch eine mächtige Ablagerung der letzteren bis zu den ausgedehnten, pliocenen oder Subapenninen = Gebilden zeigt, ist die Berg-Gruppe von Monferrato, die sich in Fufeisen-Form — durch den Lauf des Po bezeichnet — zwischen Turin im Westen und Alessandria im Osten hinzieht. In der großen, mit Alluvial-Ablagerungen erfüllten Ebene zwischen der nördlichen Biegung des Po und dem Wall krystallinischer und eruptiver Felsmassen, die das Ende der Alpen zusammensetzen, dürften wohl ehemals Kreide und eocene Gebilde vorhanden gewesen seyn. Sie sind aber längst verschwunden. Die ältesten Gesteine, welche auf dem rechten Po-Ufer zu Tage gehen, erstrecken sich von Cassino über Casalborgone bis zu den Bergen südlich von Berrua, oder mit anderen Worten: sie bilden die nördliche Grenze des Monferrato. Zwischen den weit verbreiteten sandigen Mergeln treten gewisse eigenthümliche gefleckte Kalksteine auf, in vertikalen oder hochgeneigten Schichten, welche — da sie an einem Orte ein bestimmtes Streichen zeigen und Nummuliten enthalten — von Collegno **) und Sismonda als Kreide = Gebilde beschrieben wurden. Seitdem hat Pareto — meiner Ansicht beipflichtend — die fraglichen Schichten für tertiäre erklärt, die in inniger Verbindung mit den miocenen Massen von Superga stehen.

Von zwei ausgezeichneten Paläontologen aus Turin, Sismonda und Bellardi, begleitet, besuchte ich den Berg. Eine gedrängte Schilderung

*) Ausführlichere Mittheilungen findet der Leser in den Werken von Pareto, Pilla, Philippi u. s. w.

**) Vergl. *Mém. de la soc. Géol. de Fr.* vol. II, pg. 203. Collegno hat auch das ganze östliche Ende des Monferrato von Berrua nach Casale als der Kreide angehörig auf seiner Karte bezeichnet, ohne weiteren Grund als das gelegentliche Vorkommen von dem Kalkstein von Cassino, der hier und da Nummuliten führt. Ich bedaure, daß meine Zeit mir den Besuch des östlichen Theils vom Monferrato nicht gestattete, in dem — nach Collegno — eine viel größere Kreide-Parthie erscheint, denn ich zweifle nicht, daß — allen Analogieen nach zu schließen — ein Uebergang in die wahren eocenen Ablagerungen, oder in den Fels der Alpen nachzuweisen seyn dürfte.

möge hoffentlich jeden Zweifel über das Alter der Schichten beseitigen und zugleich einen allmäligen Uebergang in die jüngeren Tertiär-Gebilde darthun. Von den Ufern des Po, unfern Gassino hinansteigend, beobachtete ich glimmerige Mergel, die erst wenig geneigt, später auf dem Kopf stehen und allmählig in einen kalkigen Sandstein übergehen, der dort Molasse genannt wird. Weiter oben erscheinen sandige Mergel, gleichfalls in vertikalen Schichten, die einen Kalkstein=Streifen mit Nummuliten einschließen, der von N.=N.=D. nach S.=S.=W. streicht. Nach einem kurzen Zwischenraum finden sich Mergel mit unvollkommenen Pflanzen=Resten, alsdann folgt eine andere, ungefähr zwölf Fuß mächtige Bank blauen, harten Kalksteines, der von W.=S.=W. nach D.=N.=D. streichend, nach S.=S.=D. unter einem Winkel von 50° bis 60° einfällt und von unreinem Kalkstein oder von kalkigem Sandstein bedeckt wird. Weiter oben zeigt sich der nämliche, gefleckte Kalkstein, der unter beträchtlichem Winkel nach N. einfällt.

Das Alter dieser Gebilde einzig auf das Streichen hin bestimmen zu wollen — wie Collegho es versuchte — dünkt mir gewagt. Es genügt zu wissen, daß die Hauptmassen von W.=S.=W. nach D.=N.=D. streichen, und ebenso der nummulitische Kalkstein, die Conglomerat-Bänke, die Sand- und Mergel=Schichten, welche die Berge von Superga und Monferrato zusammensetzen. Den nummulitischen Kalkstein kann man als eine unregelmäßige Mre betrachten, über der gegen N. hin einige jüngere und zertrümmerte Schichten liegen, welche die Gyps-Hügel und einige andere Höhen an den Ufern des Po zusammensetzen und die pliocenen Massen von Berrua und Crescentino unterteufen. Gegen Süden liegt über dem Kalkstein die Reihe vom Superga und Monferrato. Das nummulitische Gebilde ist demnach tertiär, namentlich auch nach den Petrefacten zu schließen, die mit der *Nummulina placentula* (*Desh.*) vorkommen. Die *Terebratula*, in der Collegho eine Kreide-Art zu erkennen glaubte, ist bezeichnend für die ältere Tertiär-Gruppe der Gegend. Außerdem entdeckten wir in demselben Kalkstein eine große Auster, *Ostrea gigantea*, Fragmente von Pecten und Corallen und einen Fisch=Zahn (*Oxyrhina Desori Ag.*) sämmtlich charakteristisch für die Tertiär-Epoche. In den sandigen Schichten, die unmittelbar über den gestörten Kalksteinen ihre Stelle einnehmen, fanden wir Pecten *Burdigaliensis* nebst *Pectunculus* und *Turbinolia*. Das Alter der Ablagerung ist daher nicht zweifelhaft. Am meisten überraschte mich die Aehnlichkeit des gefleckten, dichten Kalksteines mit dem Gebilde von Castell Gucco zwischen Asolo und Bossagno, das gleichfalls die oberste Grenze der der Nummuliten ausmacht. Ich glaube daher, daß, indem ich die nummulitische Basis des Profils vom Superga mit dem wohlbekannten Streifen in der deutlichen Schichten-Reihe an den Gehängen der venetianischen Alpen

verbinde, ich zugleich ein verknüpfendes Band zwischen den eocenen Ablagerungen der Alpen und den miocenen des nördlichen Italiens habe.

Die Entwicklung der Schichten, der allmälige Wechsel aus miocenen in pliocene Massen, der sich abwärts von den Bergen südlich von Castell Montalto nach der Ebene von Chieri einstellte, verdienen besondere Beachtung. Die grobkörnigen Conglomerate verschwinden gänzlich, statt ihrer stellen sich Bänke von Sand und Mergel ein, mit *Cerithium*, *Cardium*, *Vermetus*, u. s. w. Auf diese folgen Schichten von Sandstein und unreinem Kalkstein, die in der Nähe von Castell Montalto mit Schiefer wechsellagern. Auf dem ganzen (ungefähr zwei englische Meilen umfassenden) Raum fallen die Schichten unter 20° bis 25° gegen S. ein, es finden sich gewisse subapenninische Muscheln, wie z. B. *Lucina Astensis* (eine wohlbekannte Art der Berge von Asti) zugleich mit *Cleodora obtusa* und *Ringicula Bonelli* vom Superga — ein Beweis, daß Petrefacten zusammen vorkommen, deren einige als pliocene, andere als miocene gelten können. Auf die miocenen Sandsteine folgen Mergel und Schiefer, häufig von anderen Mergel-Bänken bedeckt, die sich unter dem gelben Sand von Chieri verlieren. Diese Mergel, die man gewöhnlich für subapenninisch hält, und die von Sand-Ablagerungen bedeckt werden, welche die jüngsten Muscheln der Gruppe führen, enthalten folgende Arten, die Sismonda für mich bestimmt hat:

<i>Turbinolia duodecimcostata</i> Goldf.	<i>Dentalium circinnatum</i> Sow.
P.	„ <i>coarctatum</i> Lam. M.
<i>Terebratula de Buchii</i> Mich. M.	„ <i>fossile</i> Linn. M.
<i>Ostrea cochlear</i> Poli, P. M.	„ <i>inaequale</i> Bronn. M.
<i>Pecten cristatus</i> Bronn, P.	„ <i>pseudo-entalis</i> Lam. M.
<i>Nucula concava</i> Bronn.	„ <i>rectum</i> Linn. M.
„ <i>interrupta</i> Nyst.	„ <i>sexangulare</i> Lam. M.
„ <i>Nicobarica</i> Lam. P.	<i>Cerithium vulgatum</i> Brug. P. M.
„ <i>placentina</i> Lam. P. M.	„ <i>inflatum</i> Bell. M.
„ <i>rostrata</i> Lam.	<i>Nassa costulata</i> Ren. M.
<i>Limopsis aurita</i> Sassi M.	„ <i>semistriata</i> Br. P.
<i>Arca diluvii</i> Lam. M.	„ <i>serrata</i> Br. P.
<i>Lucina Astensis</i> Bon. M.	<i>Buccinum polygonum</i> Br. P. M.
<i>Lucina spuria</i> Desh. P. M.	<i>Cossidaria echinophora</i> Lam. P. M.
„ <i>transversa</i> , Bronn P.	<i>Cassis texta</i> Bronn P. M.
<i>Venus alternans</i> E. Sism. P.	„ <i>variabilis</i> Bell u. Mich. M.
<i>Erycina complanata</i> Récl.	<i>Cancellaria Bonelli</i> Bell. M.
<i>Bornia semiunlum</i> Phil.	„ <i>calcarata</i> Br.

<i>Cancellaria lyrata</i> Br. M.	<i>Ranella reticularis</i> E. Sism. P. M.
„ <i>mitraeformis</i> Br.	<i>Murex craticulatus</i> Br. P.
„ <i>varicosa</i> Br. P. M.	„ <i>funiculosus</i> Bors.
<i>Pleurotoma brevirostris</i> M.	„ <i>fusulus</i> Br. M.
„ <i>cataphracta</i> Br. M.	„ <i>Lassaignei</i> Grat. M.
„ <i>Coquandi</i> Bell.	„ <i>polymorphus</i> Br. P. M.
„ <i>denticula</i> Bast. M.	„ <i>spinicosta</i> Bronn M.
„ <i>dimidiata</i> Br. M.	<i>Typhis fistulosus</i> Mich. M.
„ <i>intermedia</i> Bronn M.	<i>Columbella nassoides</i> Bell. M.
„ <i>intorta</i> Br. M.	„ <i>thiara</i> Bon. M.
„ <i>monilis</i> Br. M.	„ <i>turgidula</i> Bell. M.
„ <i>obtusangula</i> Br. M.	<i>Mitra scrobiculata</i> Br. M.
„ <i>rotata</i> Br. P. M.	„ <i>pyramidella</i> Br.
„ <i>turricula</i> Br. P. M.	<i>Conus antediluvianus</i> Brug. M.
<i>Pleurotoma turritelloides</i> Bell.	„ <i>bisulcatus</i> Bell. u. Mich. P.
„ <i>Rochettae</i> Bell.	„ <i>Brocchii</i> Bronn P.
<i>Raphitoma harpula</i> Bell. M.	<i>Chenopus pes-gracili</i> Phil. M.
„ <i>plicatella</i> Bell. M.	<i>Turbo fimbriatus</i> Bronn M.
„ <i>vulpecula</i> Bell. P. M.	<i>Solarium moniliferum</i> Bronn M.
„ <i>columnae</i> Bell.	<i>Phorus testigerus</i> Bronn M.
„ <i>textilis</i> Bell. M.	<i>Nerita proteus</i> Bon. M.
<i>Ficula ficoides</i> E. Sism.	<i>Natica helicina</i> Br. P. M.
<i>Fusus aduncus</i> Bronn M.	„ <i>pseudo-epiglottina</i> , E. Sism. M.
„ <i>angulosus</i> E. Sism. P. M.	„ <i>millepunctata</i> L. P. M.
„ <i>crispus</i> Bors. M.	<i>Ringicula bonolli</i> Desh. M.
„ <i>lamellosus</i> Bors.	„ <i>buccinea</i> Desh.
„ <i>longiroster</i> Br. M.	„ <i>striata</i> E. Sism. M.
„ <i>mitraeformis</i> Br. M.	<i>Turritella subangulata</i> Br. M.
<i>Triton Apenninicum</i> Bronn M.	„ <i>varicosa</i> Br.
<i>Ranella marginata</i> Sow. P. M.	<i>Bulla uniplicata</i> Bell. M.

Da die Schichten, in welchen die fossilen Reste zusammen vorkommen, eine bedeutende Mächtigkeit besitzen und wir selbst bei Chieri noch eine große Zahl von Superga-Arten treffen, so geht daraus hervor, daß eine nicht geringe Anzahl von Schichten als miocen oder pliocen angesehen werden kann, je nach den Formen, welche dem Beobachter sich bieten. Unter den aus den blauen Mergeln gesammelten Arten, die geologisch genommen, sub-apenninisch sind, (Castelnovo und Pino) stammen die mit M. bezeichneten aus dem Miocen-Gebilde vom Superga; die mit P. bezeichneten sind ausschließlich pliocen, während gewisse Arten (P. M.) den Superga-Ablagerungen und den wahren eocenen gemeinschaftlich sind. Von diesen 95 Arten,

die sich in einer Zone blauen Mergels finden, sind ihr 16 eigenthümlich, 52 kennt man in der miocenen, 10 in der pliocenen Gruppe, 17 gehören beiden Formationen gemeinschaftlich an.

Eine so wichtige Thatsache lehrt uns, daß — je enger die Geologen die künstlichen Schranken ihrer Formationen setzen wollen, es um so schwerer wird, bestimmte Linien zwischen den natürlichen Schichten-Gruppen zu ziehen, wenn sie, — wie diese — unmittelbar, ohne physische Störungen, auf einander folgen. Jedenfalls sollten alsdann, wenn die verschiedenen Glieder eines Systemes in ihren Lagerungs-Verhältnissen, in ihren mineralogischen und zoologischen Beziehungen solche Uebergänge zeigen, bei Colorirung einer Karte, die einzelne Gruppen bezeichnenden Farben an solchen Grenzlinien gleichfalls eine Mischung andeuten.

Wendet man sich von den fraglichen Sandstein-Schichten über Castel Montalto nach Pino und Chieri — der Neigungs-Winkel vermindert sich, je mehr man sich von der Höhe entfernt — so stellen sich über diesen mächtige Bänke gelben Sandes ein, hie und da mit Mergel wechsellagernd, welche die eigentlichen Subapenninen-Gebilde von Asti zusammensetzen, durch die Schriften Brocchi's und Anderer zu Genüge bekannt. In den obersten Schichten sind alle rein miocene Typen verschwunden, und wir sehen eine Gruppe von Petrefacten vor uns — *Panopaea Fanjasii* u. a., welche bei St. Gallen und an anderen Orten die Meeres-Molasse der Schweiz bezeichnen. Ich mache die Geologen hier aufmerksam, mit dem Gebrauche gewisser Bezeichnungen vorsichtig zu seyn: in den Umgebungen von Turin wird das Wort Molasse auf Schichten wahren miocenen Alters ausgedehnt, während in der Schweiz der größere Theil des Gebildes pliocen ist. Dagegen sind die pliocenen Ablagerungen in der Schweiz harte Sandsteine und Conglomerate; in Italien bestehen sie aus weichem Mergel und aus Sand. Die wahren miocenen Ablagerungen von Asti nehmen eine breite, von den Flüssen Tanaro und Bormida bewässerte Mulde ein, auf deren Südseite sich jene glimmerigen und grünlichen Sandsteine der miocenen Epoche erheben, die im Piemont eine so bedeutende Rolle spielen. Bei einer früheren Gelegenheit (1828) durchwanderte ich, in Gesellschaft Lyell's, die Gegend zwischen Savona und Acqui, und bei meinem letzten Besuche kam ich von Genua, nach Alessandria gehend. Zwischen Gavi und Arquata bemerkt man alle die Charactere eines regenerirten Macigno, und bei Serravalle und Ligurosa treten unter den subapenninischen Mergeln Sandsteine in starkgeneigten Schichten hervor, unterteuft von außerordentlich mächtigen Conglomerat-Bänken, die unter 40° nach N. oder N.-N.-W. einfallen. So gelangt man zu der gegenüberstehenden oder südlichen Seite der großen Tertiär-Mulde von Asti, und befindet sich wieder im Gebiete der

Äquivalente des Superga-Conglomerates. Indes konnte ich nicht, wie bei Gassino, einen untertufenen Kalkstein entdecken. Dabei ist zu bemerken, daß das System von Macigno und Albere — welches Pareto als Äquivalent der nummulitischen Gruppe ansieht — bei Ronco unter starkem Winkel unter die Conglomerat- und miocene Reihe von Piemont einfällt. Ich kann nicht mit Gewißheit sagen, ob die Schichten von plattenförmigem Kalkstein und von Macigno auf der Südseite der Mulde gleichförmig unter der miocenen Reihe liegen; aber auf meiner eiligen Wanderung schien es der Fall, auch waren die Gebilde in einem weniger krystallinischen und veränderten Zustande, wie in den Umgebungen von Genua.

Die miocene Gruppe von Piemont umschließt die Kohlen-Ablagerungen von Cadibona*), wohl bekannt, weil dort fossile Reste von Anthracotherium zugleich mit Flußmuscheln vorkommen. Auf unserer Wanderung durch die Halbinsel boten sich uns Beispiele der Art in Menge. Das Zusammenkommen von aus süßem Wasser oder aus einer Meeres-Bucht abgesetzten Schichten (die Melanopsis, Melania, Neritina enthalten) mit tertiären Meeres-Schichten wurde durch Pareto in mehreren Gegenden des nördlichen Italiens nachgewiesen.***) Bei Siena vermengen sich die fraglichen Gebilde ganz deutlich mit den oberen subapenninischen Schichten. Bei Canniparola auf der westlichen Seite des Magra-Thales unsern Sarzana findet sich Kohle wahrscheinlich miocenen Alters — die bergmännisch gewonnen wurde — zugleich mit mehreren Dicotyledonen-artigen Pflanzen-Resten. Jetzt sind die Werke verlassen. Eine nähere Untersuchung an den Ufern eines Waldbaches, La Girona genannt, wo die Kohle zu Tage geht, belehrte mich, daß dieselbe Pflanzen-führenden Schiefer untergeordnet ist, die in hochgeneigten, nach Westen einfallenden Schichten, auf Schiefer ruhen. Letzterer geht nach unten in weichen Macigno, oder in einen glimmerigen Sandstein über, dieser in dunkelfarbige Schiefer und Mergel mit muscheligen Bruch. Dann folgte — wie es mir schien — ein Uebergang in den ächten harten und älteren Macigno mit weißen Adern; die früher stark geneigten Schichten stehen auf dem Kopf. Das Hauptstreichen der zum Theil gestörten Schichten ist dem Gebirgszug der apuanischen Alpen parallel, von dem sie durch eine beträchtliche Masse des untertufenen Macigno getrennt sind. Dagegen werden die Kohlen-führenden Gebilde von Schichten eines ockerigen, sandigen Conglomerates bedeckt, das weiter von der Erhebungs-Äre entfernt, unter ge-

*) Ich besuchte den Ort mit Lyell auf unserer Reise von Savona nach Acqui. Die mächtigen Conglomerate sind wahrscheinlich gleichen Alters mit denen der Superga. Vergl. Lyell, Principles of Geology, vol. III, pag. 221.

**) Sopra alcune alternative di strati marini e fluviali nei terreni di sedimento superiore dei Colli Subapennini. 1844.

ringerem Winkel nach dem Massa-Thal einfällt, und sich unter Alluvial-Ablagerungen verliert.

Am Abfall der Apenninen, in der Nähe von Bologna, finden sich blaue Mergel und Sandmassen der subapenninischen Epoche auf glimmerigem Sandstein ruhend. Diese Gebilde, in einer kleinen Antiklinale in der äußeren Parallele entblößt, zeigen sich besonders deutlich an der Hochstraße von Pianura nach Lojano, in einer Mulde abgelagert, an deren nordwestlicher Seite Braunkohlen-Schichten von Muscheln-führenden blauen Mergeln bedeckt werden, auf welche die Sandsteine und weißen Mergel folgen, auf denen Pianura steht. Oberhalb derselben erscheinen andere sandige Mergel mit Fragmenten eines dunkelgrauen, glimmerigen, eisenreichen Mergels, die bisweilen Cardium, Peetunculus, Nucula und Venericardia umschließen. Die Muscheln-führenden Schichten, von mächtigen Bänken blauen Mergels, und von gelben und weißen Conglomeraten und Sandsteinen bedeckt, gehören dem Subapenninen-Gebilde Brocchi's an; nachdem sie eine Strecke weit gegen W. einfallen, bilden sie eine Mulde. Von den Gipfeln der Conglomerat-Hügel bei Lojano ist das Fallen umgekehrt, oder nach N.-O., und die Subapenninen-Gruppe ruht auf der anderen Seite des Beckens auf glimmerigen Sandsteinen und Conglomeraten von bedeutender Mächtigkeit, wechsellagernd mit Mergelschiefen und grünlichen Sandsteinen. Die unteren Sandsteine und Conglomerate repräsentiren deutlich die Superga-Reihe und sind miocen. Bei Lojano werden, wie es mir auf meiner eiligen Wanderung schien — die miocenen Conglomerate durch eine longitudinale Verwerfungskluft von dem Macigno getrennt, der gegen Westen folgt; er ist nur leicht nach Osten geneigt, ein harter, glimmeriger, ächter Macigno-Sandstein, an der Oberfläche plattenförmig, geht nach unten in dicke Bänke über. Das Gestein, welches seine eigenthümliche Farbe durch zahllose kleine Schiefer-Fragmente erhält, läßt sich vom alpinischen Macigno oder dem Glys der Alpen nicht unterscheiden. Er kommt am westlichen Ende der großen Wandungen von Albere und von anderen Kalksteinen vor, welche am Monte Verici und Sasso di Castro bei Covigliano von Serpentin durchbrochen werden und die Hauptmasse der schon besprochenen Gruppe zusammensetzen, deren geologische Aequivalente in der Ermangelung von Petrefacten so schwer zu bestimmen sind.

Während also die Bologneser Apenninen eine innige Verbindung zwischen der miocenen und pliocenen Gruppe zeigen, lassen sie — so weit ich urtheilen kann — keine ungestörte Folge aus dem Macigno in die darüber liegenden miocenen Schichten wahrnehmen. Es schien mir sogar, als ich über Campo Santo und Cresciano nach Florenz hinabwanderte, als ob ein Conglomerat (vielleicht miocen?) die Gehänge der Berge von einem

noch höheren Alter bedeckte. Indesß fehlt, wie schon bemerkt, in jenem Theil Toscana's die Verbindung zwischen miocenen und pliocenen Gebilden gänzlich.

Die pittoresken Hügel um Lari, auf der südlichen Seite des Arno unfern Pisa, welche ich in Pilla's Gesellschaft besuchte, bestehen meist aus blauen Subapenninen-Mergeln mit Muscheln und von gelbem Sand bedeckt; die *Ostrea hippopus*, *Pecten laticostatus* und *Panopaea Faujasii* finden sich in Menge. Die Dörfer sind meist auf solchen isolirten Massen von Sand oder sandigem Mergel erbaut, den Ueberresten früherer, großer Auswaschungen; die Schichten liegen alle horizontal. Die sandigen und lehmigen Regionen zeichnen sich durch eine reiche und fruchtbare Vegetation aus, während die ausgewaschenen thonigen Mergel des Thales unfruchtbar sind. Diese charakteristischen Merkmale sind allen tertiären Landstrichen Italiens eigen; aus den Boden-Verhältnissen, dem Zustande des Ackerbaues läßt sich das Alter der Schichten allein erkennen. Bei Casciano südlich von Lari, so wie in den Steinbrüchen von S. Frediana, treten tiefer liegende Sandsteine von größerer Härte schroff unter ihrer apenninischen Decke hervor, zertrümmerte Dome bildend. Die Schichten enthalten ungemein zierliche Echiniten, Ostreen und andere Muscheln, nebst Fisch-Zähnen, die in der darüber liegenden Formation nicht vorkommen. Die Massen bestehen hauptsächlich aus kalkigem, gelbem Sandstein, der hie und da in kalkigen Sandstein oder in Kalkstein übergeht, und oft zu gelben Sandbänken verwittert, in denen man kleine Höhlen ausgeweitet hat. Es ist das nämliche Gestein, das so viele Lenticuliten und andere Foraminiferen lieferte, die in den Werken von Targioni-Tozzetti und Soldani beschrieben sind. Außerdem stellt sich auch häufig eine kleine *Terebratula* ein, auf welche Pilla mich besonders aufmerksam machte, da sie beim ersten Anblick an in paläozoischen Gebilden bekannte Formen erinnert. *)

Das Foraminiferen enthaltende Gebilde von S. Frediana ist ohne Zweifel miocen; da aber dasselbe hier sich zwischen den Subapenninen-Schichten längs einer der, in der angrenzenden Maremma so häufigen Bruch-Linien erhob, so vermissen wir natürlich alle jene Bände, welche miocene

*) Vergl. „Osservazioni sopra l'età della pietra lenticolare di Casciano nelle colline Pisane di Leopoldo Pilla.“ In dieser Schrift, welche Pilla nach einer gemeinschaftlichen Untersuchung mit mir herausgab, berichtet er eine frühere Bemerkung. Er hatte den fraglichen Kalkstein als subapenninisch bezeichnet, der bei S. Frediana und bei Parlascio Gilande oder Risse miocenen Alters in einer See der Subapenninen-Epoche bildete. Die Corallen, Lenticuliten, Echiniten, Terebrateln sollen miocen seyn, gewisse Ostreen und Pectiniten pliocen. Doch dürften letztere nicht identisch seyn mit bekannten subapenninischen Arten. Mein dahingegangener Freund hatte sich über die gewöhnliche Horizontalität der subapenninischen Schichten eine

und pliocene Massen am Monferrato von Turin und bei den unteren Apenninen von Bologna verknüpfen. Weiter südwärts, am Anfang der toscanischen Maremma, erscheinen aufs Neue miocene Gebilde, die Albere- und Macigno-Höhen bedeckend, und unsern Pomaja, auf dem Wege von Pisa nach der Maremma, die nämliche kleine Terebratula enthalten, wie bei Fregiana. Ich untersuchte die Gehänge des Seiten-Thales, durch welches der Weg führt, und wo die Miocen-Gesteine beträchtliche Gyps-Massen umschließen. Alsdann wendete ich mich von Castellini nach den Kupfergruben vom Monte Catini und drang bis in das Innerste vor*), um die Verhältnisse der Kohlen-führenden Schichten kennen zu lernen. Man gewinnt Kohle in Menge und sie würde sich gewiß als sehr brauchbar erweisen, hätte das revolutionäre Treiben nicht alle öffentlichen und Privat-Ausgaben verringert. Glimmeriger Sandstein — wahrscheinlich miocen — mit Spuren von Pflanzen-Resten findet sich an dem kegelförmigen Hügel am Monte Catini; Serpentin und Gabbro haben aber hier so bedeutende Schichten-Störungen veranlaßt, daß keine deutliche Reihenfolge wahrzunehmen ist. Pilla war der Ansicht, daß ein großer Theil der thonigen, unfruchtbaren Mergel in den Umgebungen von Volterra, namentlich die tieferen Schichten, welche Gyps-Massen und Salz-Quellen umschließen, der miocenen Gruppe angehören. Es fehlt an fossilen Resten, um darüber zu entscheiden. Gewiß ist, daß die mächtigen Bänke der an Versteinerungen armen Mergel von anderen bedeckt werden, und dann von gelbem Sand und Sandstein der „panchina“ auf denen die alte Stadt Volterra ruht. Diese sind wahre Subapenninen-Schichten mit vielen Petrefacten.

Pomerancia, südlich von Volterra, liegt auf einem hohen Plateau Muscheln-führenden Tuffes, der sich wohl bis zur oberen Abtheilung der pliocenen Gebilde erstreckt. Aber die Berge im Osten und Süden bestehen aus Macigno und Albere — vielleicht der Kreide angehörig — mit

Ansicht gebildet, die mit der Neigung sämmtlicher miocener Gesteine im Widerspruch steht, und die ich nicht theilen kann. Ich glaube, daß die ältesten Tertiär-Schichten von dieser Parthie des Beckens durch die darüber liegenden Massen in von Norden nach Süden ziehenden Linien emporgehoben wurden, und ich kann ihm nicht beipflichten, daß die älteren Massen alte Gilande waren, um welche die jüngeren Gebilde sich abseften. Ich bin im Gegentheil überzeugt, daß hier, wie am Monferrato, die ganze submarine Tertiär-Reihe nach einander, ohne Unterbrechung abgelagert wurde.

*) Hier wurde ich freundlich von Sloane, dem unterrichteten Eigenthümer der Gruben empfangen; auch lernte ich das Auftreten von Serpentin, Gabbro, und anderer eruptiver Gesteine kennen, deren Betrachtung aber nicht hierher gehört, ich verweise den Leser auf die Schilderung, welche W. Hamilton gegeben. [Journ. of the Geol. Soc. of Lond. vol. I., pg. 291.]

Kernen noch älterer Gesteine. Ich will hier weder bei diesen verweilen, noch bei den heißen Quellen, welche die Borsäure liefern,*) sonderst nur der Kohlen-Ablagerungen am Monte Bamboli und Monte Massi gedenken, die noch weiter südlich liegen. Savi und Pilla haben die Felsmassen beschrieben, Matteucci hat die Kohle analysirt. Ich glaube, daß die Kohle gleichen Alters ist mit der von Cadibona in Piemont (also mioцен) und der von Fubeau bei Toulon im südlichen Frankreich.**)

Am Monte Bamboli sind die Kohlen-Schichten achtzehn Zoll bis fünf Fuß mächtig und unter 30° geneigt; sie ruhen auf erdigen, zertrümmerten Schieferen, welche in Berührung treten mit der Oberfläche des sogenannten Alberefe der Gegend, so daß ich mich kaum des Gedankens erwehren konnte, die Ablagerungen seyen gleichmäßig auf einander gefolgt. Aber obwohl die oberen Schiefer, oder der Galestro des Alberefe allmählig in den sandigen Schiefer, und letztere in die Kohle überzugehen scheinen, und die ganze Ablagerung nach W.=S.=W. einfällt, so belehrten mich Profile am Monte Massi, daß die scheinbare Gleichförmigkeit zufällig ist. Zwischen der Kohle, die hier in zwei Streifen vorkommt, liegt ein erdiger, Muscheln-führender Süßwasserfalk mit *Mytilus*; und oberhalb der Kohle finden sich thierische und pflanzliche Reste in einem Schiefer oder „bat,“***) der nach oben in einen dünngeschichteten, sandigen, unreinen Kalkstein übergeht, auf welchen ein erhärtetes thoniges Gestein, und dann Conglomerat folgt. Während die Kohlen-Schichten in dem Schacht westlich von den Werken unter 30° f.w. einfallen, neigen sie sich nördlich, am Ufer des Baches nach N.=N.-D. und fallen an einem Ort unter 70° ein. Bei allen diesen Störungen scheint sich die Kohle nach den Biegungen und Neigungen des darunter liegenden sogenannten Alberefe zu richten. Außer Pflanzen=Resten und *Mytilus* hat man in dieser tertiären Kohle auch den Zahn eines Dickhäuters gefunden, den Pomet *Jotherium* benannte.

Noch andere Ablagerungen gleichen Alters bilden in der toskanischen und römischen Maremma zertrümmerte Mulden; ich besuchte die südlich vom Bergdorfe Monte Massi gelegenen. Auf die in ziemlicher Mächtigkeit entwickelte

*) Es scheint mir, daß die verschiedenen heißen Quellen aus Svalten kommen, die von N. und W. nach S. und D. ziehen, und daß solche parallele Risse die letzten Spuren bedeutender unterirdischer Störungen sind, die sich früher über den ganzen Landstrich ausdehnten.

**) Wegen der Beschreibung dieser Kohlenfelder vergl. *Proc. of the Geol. Soc. of Lond.* vol. I, pag. 150.

***) Unter „bat“ verstehen die Vergleute in Staffordshire Schieferthon oder Kohlenschiefer.

Kohle wurden drei Schächte abgeteuft. Eruptive Gebilde — namentlich Serpentin — sind sehr entwickelt, bilden die höchsten Gipfel, und besonders jenen, worauf Monte Massi liegt. Hier hat das eruptive Gestein, „Euphotid“ vertikale Massen von Albereze aufgetrieben. Aber statt des kurzen Zwischenraumes, der am Monte Bamboli zwischen der Oberfläche des Albereze und der Kohle ist, nehmen wir hier zuerst ein Conglomerat von Albereze, dann eine dicke Masse grauen Schiefers oder Thones wahr, und endlich sandige Conglomerate mit Fragmenten von Serpentin, auf dem letzten Gebilde ruhen die Kohlen-Schichten. Die Reihenfolge ist besonders deutlich entwickelt, wenn man von Monte Massi nach den Ufern des Baches in S.=S.=B. herniedersteigt, wo die untere Kohle zu Tage geht. Diese untere Kohle ist nicht die nämliche, wie am Monte Bamboli, denn nach oben, über Schiefer und Sandstein, findet sich zwischen demselben Mytilus führenden Kalkstein des Monte Bamboli eine andere Kohlen-Schichte, unter 25° nach S.=S.=B. einfallend. Alsdann folgt eine mächtige Bank thonigen Schiefers, deren Neigungs-Winkel abnimmt, je mehr sich die Schichten dem breiten Thal nähern, das an der Mündung des Ombrone unsern Grosseto endigt. Dem Schiefer und Thonstein untergeordnet, erscheint eine dritte und mächtige Kohlen-Ablagerung, auf welche man mehrere Schächte abgeteuft hat. Die Kohle zeigt sich zum großen Theil, dem äußeren Ansehen und der chemischen Beschaffenheit nach wenig verschieden von der geringeren aber brauchbaren Qualität des britischen Brennmaterials aus der paläozoischen Formation. Unglücklicher Weise sind die Kohlen-Ablagerungen von Monte Massi und Monte Bamboli weit von der Meeresküste entfernt, keine Eisenbahnen vorhanden, so daß, ohne eine öffentliche Unterstützung, alle Bemühungen der Bergleute fruchtlos seyn werden. Die statistischen Daten dieser Kohlen-Regionen, die ungeheure Hitze, welche man in den tiefen Schächten von Monte Massi empfindet, die nicht entzündbaren Gase und andere interessante Punkte müssen wir hier mit Stillschweigen übergehen.

Wenn ein Geolog nur die Umgebungen vom Monte Bamboli untersuchen würde, könnte er leicht zum Schlusse gelangen, daß die Kohlen-führenden Schichten unmittelbar auf den Albereze-Kalkstein folgten. Bei Monte Massi aber sieht man, wie sich unter dem Gestein ein aus diesem hervorgegangenes Conglomerat gebildet hat, so wie ein anderes vom Serpentin stammendes, und die eigentliche Basis der merkwürdigen Kohlen-Ablagerung bildet, die obwohl zur miocenen Gruppe gerechnet und deutlich alle Subapenninen-Gebilde unterteufend, dennoch in hohem Grade einer Kohlen-Ablagerung aus einer älteren Epoche gleicht. *)

*) Ueber die Kohlenfelder in der toscanischen Maremma vergl. Savi, sopra i carboni fossili dei terreni mioceni dello Maremma Toscana, Pisa, 1843. Er führt

Ich vermag keineswegs die Grenzen und Verhältnisse aller Glieder der verschiedenen Tertiär-Gebilde in den verschiedensten Regionen Italiens anzugeben. Im südlichen Theil Toscana's bemerkte ich auf einer Wanderung von Volterra nach Siena, und bei Untersuchung der Eisenbahn-Durchschnitte unfern letzterer Stadt, daß die ganze pliocene oder sogenannte subapenninische Reihe, d. h. blaue Mergel, darüber gelber Sandstein („panchina“) und Conglomerat, von Süßwasserkalk bedeckt werden, der die Plateau's zwischen Monte Reggioni und Colle bildet, und hier, in einer Schlucht, auf den Muscheln-führenden Subapenninen-Schichten ruht. Bei Castello St. Geminiano im Westen treten die subapenninischen Sandsteine schroff unter dem Kalktuff mit *Lymnaea*, *Planorbis* und andern Muscheln hervor; ähnliche Verhältnisse herrschen im Osten beim Monte Reggioni. Gegen Siena hin stellt sich ein mächtiger Travertin ein, und die harte und zellige Masse setzt wellenförmige Höhen zusammen; die tieferen Massen desselben bestehen aus einem grobkörnigen Conglomerat, das eckige Fragmente von Apenninen-Kalkstein — oft zwei bis drei Fuß im Durchmesser — umschließt. Die röthlichen Massen, die in Folge eines Eisenbahn-Durchstiches unfern der Quelle der Staggia entblößt wurden, gehören ohne Zweifel zu diesem unregelmäßig entwickelten Travertin-Gebilde, welches die Subapenninen-Gruppe bedeckt. In der ganzen Gegend bemerkt man beträchtliche Brüche und Störungen, und hie und da sind einzelne Massen des blauen Muscheln-führenden Mergels gegen die Conglomerate und den Travertin gepreßt.

Die allgemeine Schichten-Folge schien mir, in absteigender Ordnung, von der Humusdecke an: 1. Grobkörniges Alluvium. 2. Dünngeschichteter sandiger Lehm. 3. Kalkstein, mit *Lymnaea* und *Planorbis*, ruhend auf Travertin, und in denselben übergehend, von kalkigem Conglomerat begleitet. 4. Conglomerate von Apenninen-Kalkstein; die Oberfläche der runden Fragmente ist oft mit *Balanus* und *Serpula* bedeckt, zugleich findet sich gelber Sand, mit *Ostrea* und *Pecten*. Diese Gebilde gehen nach unten in einen kalkigen Sandstein über (panchina), mit Concretionen von Sandstein, das allgemein übliche Baumaterial in der Gegend. 5. Blaue Mergel, die sich besonders in ihrer oberen Abtheilung reich an Muscheln zeigen, der größere

unter den Petrefacten Knochen von Fleischfressern an, Zähne von Rodentien, *Mytilus Brardii* (Brogn.) und unvollkommene Abdrücke von *Buccinum*, *Fusus*, *Cardium* u. s. w. der Character der Pflanzen ist Palmen-artig; eine Musaceae wurde von *Pietro Savi* *Uraniophyllites* genannt; außerdem kommen Fichten-Zapfen vor, Blätter von *Dicotyledonen*: Eiche, Platane, Glieder u. s. w. In noch anderen Werken hat *Pilla* diese Landfrühe beschrieben; vergl. dessen „Sopra il carbon fossile trovato in Maremma,“ Florenz (1843) und „Breve Cenzo della ricchezza minerale delle Toscana; Pisa, 1845.

und untere Theil der Mergel ist auf weite Strecken ebenso arm an organischen Resten, wie sie unfruchtbar sind. Die öde, traurige Gegend zwischen Siena und Radicosani besteht gänzlich aus diesen dunkelgrauen Mergeln. Die Conglomerat-Schichten, die losen Sandsteine und Mergel, auf denen Perugia steht, und in denen die alten Etrusker ihre Gräber aushöhlten, sind wahrscheinlich miocen. Jedenfalls gleichen sie in ihrer Beschaffenheit der Superga-Reihe, und bei Ficullo, zwischen Perugia und Orvieto, folgen auf sie Muscheln-führende subapenninische Schichten. In den vulkanischen Regionen zwischen Radicosani und Rom gibt es keine älteren Schichten, als die blauen Subapenninen-Mergel. Um die Aequivalente der miocenen Ablagerungen im südlichen Theil des Kirchenstaates zu finden, mußten wir entweder östlich in die Apenninen-Thäler wandern, oder über die Ape steigen, um die weitverbreiteten Massen mit Muscheln und Pflanzen-Resten zu untersuchen, die Orsini und A. Spada geschildert haben.

Die Betrachtung vulkanischer Gebilde im Kirchenstaat oder im Neapolitanischen darf uns hier nicht beschäftigen; ich möchte nur einige Worte über die Verbindung sagen zwischen subapenninischen Schichten, die um Rom zu Tage gehen und den mit ihnen verbundenen Gesteinen, und so die Reihenfolge geologischer Phänomene in den Umgebungen der alten Weltstadt darzuthun. Die ältesten zu Tage gehenden Schichten (und dies nur am Vatican, am Fuß des Monte Mario) bestehen aus blauem, Muscheln-führendem Mergel oder Thon, deren man sich in Menge als Ziegel-Erde bedient. Auf diese folgen Sandsteine, oft kalkig (panchina im Toscanischen) gelber Sand- und Conglomerat-Schichten, deren Material der Apenninen-Kalkstein fast einzig geliefert hat. Es ist dies Brocchi's Subapenninen-Gruppe, und in Bezug auf die Muscheln will ich nur bemerken, daß — obwohl viele Formen den oberen und unteren Schichten gemein sind, die sich in petrographischer Hinsicht so sehr unterscheiden, dennoch einzelne Arten vorkommen, wie *Cleodora lanceolata* und *C. Vaticani*, die allen den unteren blauen Mergeln angehören und sich nie in den darüber liegenden gelben Sandsteinen finden. Erwähnung verdient auch der Umstand, daß sich hier, wie bei Siena die größte Zahl von Muscheln in den Schichten einstellt, wo beide Abtheilungen sich vereinigen. Die blauen Mergel — das älteste Gebilde im Landstrich — werden also von gelben Sandsteinen und Conglomerat-Lagen bedeckt. Alsdann traten sie mit mannigfachem vulkanischen Material in Verbindung, das sich über sie lagerte, auch erlitten sie Hebungen. Dies nimmt man besonders am Abhang des Monte Mario wahr; hier erscheinen über den blauen Mergeln, gelben Sandsteinen, Conglomerat-Lagen die ersten Absätze submarinischen, vulkanischen Materials: Peperin und Tuff

oberhalb der höchsten subapenninischen Gebilde. Alsdann folgen Tuff, Peperin und andere vulkanische Massen der Campagna, die sich in so ungeheurer Menge unter einem früheren Meere ausbreiteten; die Hügel von Rom, Villa Borghese bieten Beispiele. Es sind dies die submarinen Ablagerungen, welche den Schluß der Subapenninen-Periode bezeichnen.

Als nun diese Massen ein festes Land bildeten, und das Tiberthal zuerst ein See oder breiter Fluß war, da sammelte sich Material in Menge an, hervorgegangen aus Zerstörung und Verwitterung pliocener Schichten und der sie bedeckenden, submarinen vulkanischen Producte. Die Gebilde oberhalb Ponte Molle gewähren ein treffendes Beispiel. Ablagerungen der Art, lang vor unserer eigenen Aera entstanden, setzen dort kleine Hügel aus Gruß und Sand zusammen, Fragmente vulkanischer Gesteine und eine Travertin-Bank umschließend. In jenen Ablagerungen finden wir auch die unzähligen Nester der Vierfüßler, die einst Italien bewohnten. Bonzi hat sie kürzlich von denen in der älteren Periode oder in den oberen Schichten der Subapenninen unterschieden. *) In der vorhergehenden Epoche waren *Elephas primigenius*, (*Blum.*), *Hippopotamus major* (*Blum.*), *Rhinoceros leptorhinus* (*Cuv.*). *Equus fossilis*, *Cervus primigenius* Bewohner der angrenzenden Apenninen, von welchen ihre Gebeine mit vielen Gruß-Massen in die angrenzenden Buchten oder Seearme geschwemmt wurden, um sich hier mit Delphinen und Muscheln zu vereinigen. Als diese Buchten nun gehoben, Land bildeten, die Ufer des alten oder breiten Tiber-Thales zusammensetzten, betraten neue Vierfüßler den Schauplatz. Wenn sich deshalb auch Gebeine aus der früheren Periode mit neueren fossilen Resten zusammenfinden, so tragen jene doch deutlich das Gepräge, daß sie von Wässern fortgeschwemmt und an einander gestoßen wurden.

Unter den Thieren der post-pliocenen oder quaternären Ablagerungen, deren Ueberbleibsel man in solchen Hügeln, wie am Ponte Molle entdeckte, sind *Ursus*, *Meles antediluvianus*, *Felis brevirostris*, *Sus scropha fossilis*, *Equus fossilis*, *E. asinus fossilis*, *Cervus primigenius*, *Bos priscus*, *B. primigenius* zu nennen, ferner Wasservogel, Frösche u. s. w. Von jener Epoche an — so neu in der geologischen Geschichte, so fern in der menschlichen — gelangen wir zu unserer eigenen Aera; wir finden in dem neueren Alluvium der Tiber, zu einer Zeit, als der Fluß breiter war, Reste von *Dama Romana*, *Ovis aries*, *Capra aegragus*, die obwohl verhältnißmäßig neu und von der Halbinsel verschwunden, sich hier in Gesellschaft gewöhnlich neuer Typen zeigen, wie *Bos bubalus* (*Linn.*) — ein Beweis, daß der Büffel in Italien einheimisch war.

*) Atti della ottava riunione degli Scienziati Italiani, Genova, pg. 679.

Wirft man einen Blick auf die Erschütterungen und Veränderungen, welche Italiens Tertiär-Gebilde erlitten haben, so bemerken wir — obschon in vielen Landstrichen Störungen eintraten, die nur eine oder die andere Gruppe betrafen — daß dennoch hinreichende Beweise eines Uebergangs derselben vorhanden sind. So sehen wir, wie wahre, eocene Ablagerungen in miocene Gebilde übergehen, die mit ihnen gehoben wurden und sie gleichförmig bedecken (Bassano, Asolo). In Toscana, in dem nördlichen Theil der Kirchenstaaten gibt es ferner Massen genug, die — wenn auch arm an fossilen Resten — sich dennoch als deren Aequivalente erwiesen haben. Manche der miocenen Kohlen-führenden Gebilde Toscana's folgen allen den Windungen, allen den Störungen, welche unter ihnen befindliche ältere Gesteine erlitten. Soquand vergleicht sie mit den Ablagerungen von Aix in Provence und von andern ihm bekannten Orten, und da sie dieselbe charakteristische Pflanze, *Palmacites Lamanonis* enthalten, so behauptet er, daß sie selbst als eocene Massen betrachtet, oder den Gyps-führenden Schichten des Pariser Beckens gleichgestellt werden könnten. Bei einer Vergleichung von Süßwasser- mit Meeres-Ablagerungen stößt man — wo keine ununterbrochene Folge vieler Schichten vorhanden — gewöhnlich auf Schwierigkeiten; aber da die Braunkohle jedenfalls jünger als irgend ein Glied der nummulitischen Reihe ist, die ich als eocene Gruppe des südlichen Europa's betrachte, so muß ich sie für miocene Massen halten, obwohl sie an einigen Orten nur die tieferen Schichten der Formation vertreten. Die so deutlich und vollständig entwickelten Ablagerungen am Monferrato und in den Umgebungen von Bologna lassen keinen Zweifel hinsichtlich eines Ueberganges aus miocenen in pliocene Gebilde übrig. Selbst in jenen, von Störungen heimgesuchten Gegenden der toscanischen Maremma bemerkt man doch, wie miocene Gebilde durch Gyps-führende Mergel bedeckt werden, die — obschon oft in geneigter Lage, — in ächte, subapenninische blaue Mergel übergehen.

Einige Geologen haben die miocenen von den pliocenen Ablagerungen Italiens zu unterscheiden versucht, weil die Schichten der einen hochgeneigt sind, die der andern horizontal liegen. Eine solche Methode ist falsch; denn wiewohl die mächtigen pliocenen, Muscheln-führenden Massen, die breite Thäler erfüllen oder große Mulden bilden, mehr oder weniger horizontal liegen, wo sie weiter vom Schauplatz der Störungen entfernt sind, gibt es doch der Regionen genug, wo sie sich in sehr geneigter Lage befinden. Wir brauchen uns hier nicht auf die Profile von Bassano, Monferrato, Bologna u. s. w. zu berufen; blaue Mergel und gelbe Sandsteine, die an den Ufern der Elsa in Toscana horizontal liegen, fallen östlich von Volterra unter 35° ein, und in noch größerer Entfernung bei Specchiagallione und

bei Pignaro auf dem Weg nach Colle zeigen sie sich immer mehr geneigt, fast einen Erhebungs-Rücken bildend. Da, wo der basaltische Regel von Radicosani die Tertiär-Mulden blauer Mergel — welche zwischen dem Monte Amato im Westen und dem Monte Cetona im Osten liegen — durchbricht, lassen die jüngeren Gebilde bedeutende Störungen wahrnehmen. In den Umgebungen von Rom, am Vatican u. a. a. D. liegen die blauen Mergel und Sandsteine ganz horizontal; verfolgt man die obersten Schichten derselben nach den Gipfeln des Monte Mario, oder nach Civita Vecchia, so treten alsbald die heftigsten Windungen und Brüche ein. An der Küste von Italien, wie in den Thälern des Arno und der Tiber, sehen wir viele Beispiele einer Reihenfolge von Schichten, denen bei Rom ähnlich, von der subapenninischen oder pliocenen Aera an aufwärts bis in die Periode, wenn alle die in gehobenen Meeres-Buchten vorkommenden Muscheln mit den noch jetzt in der See lebenden übereinstimmen. Ich habe hier nur noch beizufügen, daß die Oscillation, von welcher die Küste in historischer Zeit betroffen wurde, als der Serapis-Tempel in der Bucht von Pozzuoli ungefähr 25 Fuß unter sein jetziges Niveau sich senkte, um später wieder zu steigen, keineswegs die Folge lokaler Senkungen war, daß sie sich vielmehr auf die ganze angrenzende Küste Italiens erstreckte. Ich überzeugte mich am Vorgebirge von Gaeta — wo eine Felswand, aus Kalkstein bestehend, in's Meer hinein reicht — von der Richtigkeit der Beobachtung Pilla's *) und anderer Geologen, daß Pholaden, noch vorhandenen Arten angehörig, in derselben Höhe in das Gestein eingedrungen waren, wie am Serapis-Tempel. Aehnliche Beispiele kann man noch an vielen römischen Gebäuden in der Umgegend sehen.

Aber wenn wir auf solche Weise wirklich die Erfahrung machen, daß Oscillationen des Landes noch innerhalb der historischen Aera sich ereigneten, wer möchte es nur wagen, jene Erscheinungen, in Folge deren Italiens Küste um wenige Fuß gehoben wurde und sich wieder senkte, mit den großartigen Katastrophen zu vergleichen, welche Emportreibungen, Brüche und Umstürzungen im Felsgebäude der Alpen und Apenninen bewirkten? An langsame Hebungen und Senkungen ist da nicht zu denken, und der Geolog kann die seltsamen Phänomene nur als Monumente ungeheurer Kraft-Außerungen anstaunen, mit denen sich alle, noch so bedeutenden Vorgänge der Gegenwart nicht messen können.

*) Trattato di Geologia di L. Pilla. vol. I, pg. 334. Pisa, 1847.

Schluß-Bemerkungen.

Wenn wir noch einen Blick auf den Hauptgegenstand dieser Schrift zurückwerfen, und das Vorhandenseyn weit verbreiteter eocener Ablagerungen im südlichen Europa in's Auge fassen, so will ich hier nicht dabei verweilen, alle die Geologen aufzuzählen, welche die nummulitischen Gesteine der Alpen und in Italien zur Kreide-Formation rechnen. Es genügt zu wissen, daß sie in den Werken eines *Elie de Beaumont*, *Dufrénoy*, *Studer*, *Escher* und Anderer, wie auf den verschiedensten geognostischen Karten so betrachtet werden. Ich habe meine frühere Ansicht, daß Nummuliten den Kreide- und Tertiär-Gebilden der Alpen gemeinschaftlich seyen, wie sich aus dem Vorhergehenden zeigt, aufgegeben und will hier nur noch einige allgemeine Bemerkungen beifügen. Zunächst sey mir gestattet, der Geologen zu gedenken, die neuerdings durch ihre Untersuchungen im südlichen Frankreich neues Licht auf den Gegenstand warfen, und von unseren nördlichen Gegenden aus die Betrachtung beginnend, sehen wir am besten, wie die eocene Formation sich nach und nach ihren alpinischen und mittelländischen Charakter beilegt, den ich für ihren wahren und bezeichnenden halte.

Pratt, welcher die Umgebungen von *Biarritz* am nordwestlichen Fuß der Pyrenäen schilderte, glaubt, daß die dortigen nummulitischen und Muschel=führenden Ablagerungen tertiär sind; *) da aber der größere Theil der Petrefacten (56 Arten) identisch sind mit Formen des Pariser Beckens, so glaubt er, daß die Schichten etwas älter sind, als die eocenen Gebilde des nördlichen Europa's. Die Meinung hat Vieles für sich, indem ein Theil der fraglichen Ablagerungen gleichsam den Zwischenraum repräsentirt, der in England durch den großen Bruch zwischen plastischem Thon und der Kreide bezeichnet wird. Die durch *Pratt* gesammelten Petrefacten wurden von *d'Archiac* untersucht; er erkannte unter hundert und acht Arten nur drei Kreide-Formen, **) und von diesen kommen zwei Individuen, *Ostrea vesicularis* (*Sow.*) *O. lateralis* (*Nilss.*) in anderen Gegenden auch in dem unteren Gebiet der Nummuliten-Formation vor.

Delbos hat die nummulitische Gruppe des *Adour*-Beckens in drei Theile getrennt; das untere Glied, welches *Ostrea vesicularis* (in Gesellschaft von Tertiär-Arten: *Ostrea gigantea*, *Terebratula semistriata*, *Cancer quadrilobatus* enthält), ruht auf Schichten mit *Inoceramus Lamarckii* und *Ananchytes ovatus*, welche letztere er für wahre Repräsentanten der weißen Kreide von Paris hält. ***) Es sind dies genau die nämlichen Verhältnisse,

*) Bull. de la Soc. Géol. de Fr. 2me ser. vol. II, pag. 185.

**) Mém. de la Soc. Géol. de Fr. 2. ser. tom. II, pag. 191.

***) Bull. de la Soc. Géol. de Fr. vol. IV, pag. 557, 713.

welche am nördlichen und südlichen Abfall der Alpen obwalten. De l'bos bemerkt ferner, daß die zweite Abtheilung (in ansteigender Reihe) gleichfalls mit der Kreide verwechselt wurde, aus einem Kalkstein besteht, charakterisirt durch *Schizaster rimosa*, *Hemiasiter complanatus*, *Nummulina millecaput*, (*N. gigas*, *Catullo*), *Serpula spiraea*, fast sämmtlich *Petrefacten*, die in den Muschel-führenden, eocenen Ablagerungen des Vicentinischen vorkommen. In der dritten, obersten Abtheilung stellen sich wieder *Ostrea lateralis* und *O. gigantea* aus den unteren Schichten ein, in Gesellschaft zahlreicher tertiärer Muscheln. Es ist diese Bank ganz erfüllt mit Nummuliten in den Umgebungen von Bayonne, Corbières u. s. w., welche Nummuliten — wohl zu merken — fast ohne Ausnahme, die nämlichen Arten sind, wie in den Alpen. Die Thatfachen, welche Leymerie dargelegt hat, kommen — nach meiner Ansicht — ziemlich mit den von De l'bos nachgewiesenen überein; während er zeigt, daß sein „terrain à nummulites“ durch Vermittelung gewisser *Petrefacten* mit der Kreide in Verbindung steht, gibt er doch zu, daß beträchtliche Massen mit Nummuliten oberhalb der Kreide auftreten. Leymerie gründet darauf die Theorie seines „terrain épierétacé;“ den Umstand, daß die muthmaßlichen secundären Gebilde so sehr abweichen von jenen des nördlichen Europas, sucht er durch die Annahme zu erklären, daß sie in besonderen, getrennten Meeren abgesetzt wurden, so daß gewisse Thiere in dem einen Becken fortlebten, während sie in dem anderen ausstarben. Er ist daher geneigt, die nummulitischen Gesteine des Südens als oberen Theil der Kreide-Gruppe und als unteren Theil des Tertiär-Systemes im Norden anzusehen.

Einer solchen Meinung kann ich keineswegs beipflichten. Es wurde gezeigt, daß in der südlichen Zone, und zumal in den Alpen, die eigentlichen Uebergangs- oder Vereinigungs-Schichten von einem wirklichen Aequivalent der weißen Kreide unterteuft werden, dem andere Glieder dieser Formation folgen. Die Gebilde, welche Leymerie, einzig auf die Gegenwart der *Ostrea lateralis* und *Terebratula tenuistriata* hin, zur Kreide rechnet, gehören nach meiner Ueberzeugung den Zwischenbildungen an, und da die letztgenannte Versteinerung von der *T. caput serpentis* — eine Art, die hoch in die Tertiär-Ablagerungen hinaufreicht — kaum zu unterscheiden ist, so darf man auf derartige Schlüsse kein allzugroßes Gewicht legen, wenn die bezeichnendste secundäre Versteinerung, *Ostrea lateralis*, sich mit einigen charakteristischen Tertiär-Petrefacten findet.

Mit vieler Klarheit suchte La Lavignès*) zu beweisen, daß die nummulitischen Gesteine von Corbières jünger als Kreide sind, und wegen ihrer

*) Bull. de la Soc. Géol. de Fr. IV, pg. 1127.

ungleichförmigen Lagerung in zwei Systeme zerfallen. Jedoch hat kein anderer Geolog einen allgemeinen Bruch nachgewiesen, so daß ich das Phänomen für ein örtliches halte, jenem ähnlich, das Favre in den Savoyer Alpen beobachtete. Uebrigens ergibt sich aus Talavigne's Untersuchungen, daß — mit Ausnahme einer Gryphaea — sämtliche fossile Reste seiner beiden nummulitischen Systeme der Tertiär-Epoche angehören. Eine andere Thatsache, die Dufrénoy anführt, um seine und Elie de Beaumont's Ansicht: daß die nummulitischen Gesteine die oberste Abtheilung des Kreide-Systemes bildeten, zu vertheidigen, scheint mir unbegründet. *) Er bemerkt nämlich, daß die hochgeneigten nummulitischen Schichten von St. Just in (Dep. des Landes) von horizontalen Grobkalk-Bänken bedeckt wurden. Raulin und Delbos haben jedoch nachgewiesen, daß der muthmaßliche Grobkalk ein ächtes miocenes Gebilde sey, wir sehen daher nur einen solchen „Hiatus“ in der Tertiär-Reihe, wie sie in den Alpen und in Italien so häufig sind. Raulin ging noch weiter; er zeigt, **) daß den Echinodermen-Arten zufolge in der nämlichen Gegend (Dax) ein ächtes Aequivalent der weißen Kreide vorkommt, und daß die darüber liegenden nummulitischen Gebilde eocene Petrefacten führen. Ueberdies behauptet er, daß wo die Nummuliten-Formation erscheint, kein anderer Repräsentant der eocenen Gruppe auftritt. Raulin schließt daraus, daß die mächtige Hebung der Pyrenäen nach der eocenen Epoche statt hatte; und dies ist in den Alpen auch der Fall. Rouant hat ein „terrain eocène“ in den Umgebungen von Pau beschrieben, mit der Nummuliten-Gruppe anderer Gegenden übereinstimmend; es ist eine Art von Zwischenbildung und enthält fünfunddreißig Arten des Pariser Beckens und fünf des Vicentinischen.

Kann man nun die Ablagerungen im südlichen Frankreich nennen, wie man will: ohne Zweifel sind sie gleichen Alters mit der nummulitischen Gruppe der Alpen, denn in den Schichten beider Landstriche, die dieselbe Stelle in der geologischen Reihe einnehmen, erscheinen die nämlichen Nummuliten und Orbitoliten, so wie viele Echinodermen und andere Muscheln. ***)

*) Bull. de la Soc. Géol. de Fr. IV, pag. 561.

**) N. a. D. V, pg. 114.

***) Vergl. oben. — D'Archiac hat die Muscheln, welche ich aus den Alpen mitbrachte, mit denen aus dem südlichen Frankreich verglichen. Er schrieb mir unlängst, daß er keine zoologischen Gründe sehe, warum nicht die von ihm als asiatisch-mitteländisch bezeichnete nummulitische Gruppe, die sich von Asturien bis zu den Ufern des Brahmaputra ausdehnt, als der wahre Typus der unteren Tertiär-Formation betrachtet werde, während die früher als solche geltenden Ablagerungen (von Paris, London) unter mehr lokalen Einflüssen standen und einen alten Golf des nordwestlichen Europas umgaben. Bei dieser Gelegenheit bemerke ich, daß eine bedeutende Anzahl von Petrefacten aus der Nummuliten-Gruppe im Museum zu

Den interessanten Bemerkungen Gwald's, über den wahren tertiären Charakter der Petrefacten im Vicentinischen, füge ich noch bei, daß derselbe in einem der geologischen Gesellschaft zu Venedig vorgetragenen Aufsatz aufmerksam macht, wie gewisse fossile Reste in dem Hippuritenkalk von Verre bei Marseille, obwohl den Nummuliten sehr ähnlich, sich von ihnen gänzlich unterscheiden, im Bau sowohl als in der linsenförmigen Gestalt. Boué — der mit mir seine frühere Meinung aufgibt — räumt ein, daß die Nummuliten als ein Ganzes der eocenen Gruppe einverleibt werden müßten, und gesteht, daß er nun einsehe, warum in gewissen Gegenden der Türkei miocene und jüngere Tertiär-Gebilde die nummulitischen Gesteine unmittelbar bedecken. Schon Constant Prevost beobachtete, daß Nummuliten mit Hippuriten in den Kalksteinen am Cap Passaro in Sicilien sich finden. Die nummulitischen Kalksteine ruhen unmittelbar auf Hippuriten-Kalkstein — eine Thatsache, deren ich schon gedachte. Coquand rechnet die nummulitischen Kalksteine und den Macigno von Marocco zur Kreide-Gruppe, und führt an, daß letztere jenen allenthalben bedeckten. Ich schließe daraus, daß die Reihenfolge in Afrika eine ähnliche ist, wie in Italien.

Werfen wir einen Blick auf die ungeheuren Flächen des nördlichen Rußland, so sehen wir die Ablagerungen oberhalb der Kreide ihren Typus des nördlichen Europa bewahren. Verfolgt man sie hingegen nach den Karpathen und der Krimm, so eignen sie sich alsbald den südlichen Typus an. Die Untersuchungen von Dubois oder Verneuil bestätigen vollkommen, daß die große Masse nummulitischen Kalksteins mit *Ostrea gigantea* und anderen eocenen Petrefacten deutlich oberhalb der Kreide auftritt. Dubois glaubt sogar, daß eine Art von *Nummulina* sich in Gesteinen mit ächten Kreide-Petrefacten finde. Mag dies auch seyn, mag eine ächte *Nummulina* in dem obersten Hippuriten-Kalkstein vom Cap Passaro vorkommen — es ist nur ein Beweis, daß das Geschlecht in jenen Regionen etwas früher in's Leben gerufen ward, wie in den Alpen und Apenninen. Dagegen sehen wir eine neue Bestätigung eines wirklichen Ueberganges aus secundären in ächt tertiäre Gebilde. Wie dem auch sey, die Thatsachen bleiben dieselben hinsichtlich der großen Massen von Nummuliten, welche das eocene System im südlichen Europa charakterisiren. *)

Cambridge, welche Münster einst in verschiedenen Alpen-Gegenden sammelte, nach sorgfältiger Untersuchung von McCoy (dem Gehülfen Sedgwick's) als eocene Arten erkannt wurden.

*) Während des Druckes dieser Zeilen erhielt ich durch Verneuil Nachricht, daß in Asturien wahre Nummuliten-Gebilde oberhalb der Kreide-Gruppe auftreten. Die Kalksteine und Sandsteine jener Provinz, Hippurites und Radiolites führen, enthalten noch in Menge Orbitolites. Letztere — die irrthümlich für Nummuliten

Die nummulitischen Gesteine, welche in Egypten weite Strecken bedecken, gehören, ihrer fossilen Fauna nach, gleichfalls der eocenen Gruppe an. Unter den zahlreichen dem Museum in Turin zugesendeten Petrefacten erkannten Bellardi und ich auf den ersten Blick eocene Muscheln des Vicentinischen.*) Außer den in den Alpen so häufigen Nummullina millicaput und N. placentula, enthalten die ägyptischen Felsmassen Bulla Fortisii (Al. Brong.), Turritella vittata (Lam.), T. imbricata, Rostellaria fissurella und Nerita conoidea — Formen, welche in dem Pariser Becken, im Vicentinischen und bei Rizza häufig sind. Alle anderen ägyptischen Petrefacten — unter ihnen die Crustaceen und Echinodermen — haben sich, wenn auch nicht als identisch, doch als analog mit jenen der über der Kreide liegenden Gruppe der Alpen und Italiens erwiesen. Die nämlichen Typen von Pecten, von kleinen Spondylis und Cardiaceen, von Cassis, und andere einschalige Muscheln fehlen nicht.

Verfolgen wir die große nummulitische Formation aus Egypten und Kleinasien**) durch Persien über Bagdad nach den Ufern des Indus, so ist uns aus den Beobachtungen des Capit. Grand längst bekannt, daß in Gutsch dieselbe eine bedeutende Verbreitung besitzt, und daß ihren zahlreichen fossilen Resten, nach J. Sowerby,***) ein tertiärer Charakter eigen. Nummulitische Massen, aus Kalksteinen und Sandsteinen bestehend, setzen die von Süden nach Norden laufenden Gebirgszüge zusammen, welche Scinde von Persien trennen und die nach Cabul führenden Pässe bilden, wie

angesehen wurden — finden sich in Kreide-Massen, die von einem gelblichen Kalkstein mit Spatangus bedeckt werden, der wohl ein Aequivalent der weißen Kreide seyn mag. Ueber der Kreide-Gruppe liegt deutlich ein Kalkstein, reich an Nummuliten, der unter Sandsteinen einfällt. Die nummulitische Bank enthält Ostrea gigantea, Conoclypus conoideus, Serpula spiraea und andere eocene Leitmuscheln. In ganz Spanien, selbst in Malaga, scheint die nämliche Reihenfolge zu walten, auch hat die nummulitisch-eocene Gruppe, wie in den Alpen, die nämlichen Biegungen wie die Kreide-Gebilde erlitten, während die Versteinerungen beider Formationen verschieden sind. (Zuni, 1849.)

*) Kaum die Hälfte dieser Sammlung war genau untersucht, als ich Turin im Juni 1848 verließ. Aus Ruffegger's Schilderung der Roccatam-Berge bei Cairo geht hervor, daß die nummulitischen Gesteine gleichfalls eocen sind, und daß ächte Kreide-Ablagerungen vorkommen, bedeckt von eocenen und jüngeren Tertiär-Gebilden. Indessen rechnet Ruffegger, wie viele seiner Zeitgenossen, die Nummuliten-Gesteine noch zur Kreide. [Vergl. Reisen in Europa, Asien und Afrika von J. Ruffegger.]

**) Vergl. Hamiston's Asia Minor, vol. I, pag. 405, 410, 500. — Durch Schichtheff werden wir bald neue interessante Mittheilungen erhalten.

***) Trans. of the Geol. Soc. of London. vol. V. (sec. ser.) pag. 289.

wir durch Capt. Vicary wissen. Nach den von ihm mitgebrachten Sammlungen zu urtheilen, scheint es, daß einige Glieder derselben Gruppe sich in der Richtung von Westen nach Osten in den unteren Himalaya-Gegenden hinziehen, wo Subbathu liegt. Auch in Affsam sollen sie auftreten. Kein Geolog wird die Versteinerungen aus diesen ungeheuren östlichen Regionen (fast ganz Pendschab und einen großen Theil von Afghanistan umfassend) betrachten, ohne in ihnen die eocene Formation der Alpen und Italiens wieder zu erkennen. Statt der nämlichen fehlenden Leitmuscheln der Kreide, Ammonites, Belemnites, Hamites, finden sich sechs oder sieben Nummuliten-Arten,*) von welchen vier, *Nummulina millecaput* oder *polygyratus*, *N. planospira* oder *assilinoide*, *N. crassa* (*Boubée*) und *N. Biaritzana* (*d'Arch.*) identisch sind mit den weit verbreiteten Arten im südlichen Europa. Ueberdies erscheinen die nämlichen Radiaten, Conchiferen und Mollusken, wie im südlichen Europa. Einige der fossilen Muscheln aus Scinde können kaum von gewissen Arten des Vicentinischen unterschieden werden, zumal *Neritina conoidea* (*Lam.*) oder *Neritina grandis* (*Sow.*), so wie *Trochus agglutinans*, zwei Arten von *Natica* u. s. w.**)

Wenn man die Gesteine dieser Epoche aus den entlegensten Welt-Gegenden mit einander vergleicht, so muß die große Uebereinstimmung ihrer fossilen Reste in hohem Grade überraschen; betrachtet man deren Ähnlichkeit mit den europäischen Typen, dann zeigt es sich, wie solche durch gleiche oder ungleiche Beschaffenheit der Ablagerungen bedingt ist. Im Vicentinischen, am südlichen Alpen-Gehänge, wo Mergel und weiße Kalksteine sehr häufig, finden sich viel mehr diesem Landstrich und dem Pariser Becken gemeinschaftliche Arten, als am nördlichen Abfall des Gebirges, wo die Gebilde mehr sandig und erdig sind. Und neben der großen Uebereinstimmung der Gesteins-Be-

*) Die Untersuchungen Vicary's geschahen im Auftrag des Generallieutenant Napier nach der Eroberung von Scinde. Schon früher machte mich L. v. Buch in einem Briefe (vergl. auch Bull. de la soc. géol. de Fr. vol. IV, pag. 542.) auf die Identität der nummulitischen Formation des südlichen Europa mit jener, welche sich vom Mittelmeer und von Egypten durch Persien über Bagdad nach Hindostan zieht, aufmerksam.

**) Morris untersuchte zuerst auf meine Bitte die Petrefacten von Scinde, und da er deren große Analogie mit den südeuropäischen sah, schrieb er ein Verzeichniß derselben nieder. Ich sendete sie an d'Archiac nach Paris, daß er solche beschreiben und mit der ihm so wohlbekannten nummulitischen Fauna des südlichen Frankreich vergleichen möge. Ein Ergebnis dieser gemeinschaftlichen Untersuchungen ist die im Anhang befindliche Tabelle. Haime (der Gehülfe von Milne-Edwards) beschäftigte sich mit den Korallen und erkannte vier Arten als identisch mit bekannten Formen von Nizza. Ich sah im Museum zu Turin einen Cycloriten aus den Bergen zwischen Scinde und Cabul, den Bellardi dem *Cyclolites Borsoni* (*Mich.*) von Nizza gleichstellt.

schaffenheit, welche Gebilde des Pariser Beckens mit nummulitischen Gesteinen von S c i n d e und E g y p t e n zeigen, fällt noch besonders das stete Vorkommen gewisser identischer oder analoger Formen, selbst in diesen entfernten Regionen auf. Der eocene Typus des südlichen Europas erstreckt sich daher, geologisch und paläontologisch betrachtet, bis in das Innere Asiens; einzelne Verschiedenheiten in der Fauna bezeichnen nur die unter abweichenden Umständen in weit von einander entfernten Meeren abgesetzten Gebilde. Wenn wir einen Blick auf die Weltkarte werfen, und die, hie und da unterbrochene, aber unermessliche Ausdehnung der nummulitischen Formation über fünfundzwanzig Breite-Grade und fast hundert Längen-Grade kennen lernen — deren nördlichster Rücken am nördlichsten Abfall der K a r p a t h e n dem südlichen Punkte in C u t s c h identisch ist, deren westliche Massen in S p a n i e n und M a r o c c o jenen am B r a h m a p u t r a ähnlich sind, — dann fühlen wir erst die Bedeutung der Stelle, welche der Nummuliten-Gruppe in der geologischen Reihe gebührt. Und eine solche Gleichheit der Ablagerungen in den entlegensten Ländern wurde bei der oft großen Verschiedenheit in den petrographischen Charakteren nachgewiesen. Die schwarzen, halbkrySTALLINISCHEN Kalksteine und Schiefer in den höchsten Bergen der Alpen von Wallis und Savoyen, mit ihren Arten von *Cerithium* und *Melania*, und die schwarzen Fisch-Schiefer von Glarus; die harten, kalkigen, grünen Sandsteine der Berner Alpen und in Baiern — sie alle wurden in der nämlichen Epoche abgelagert mit den weißen Kalksteinen, Mergeln und Sandsteinen des Monte Bolca und des Vicentinischen, mit den Massen in Egypten und Hindostan. Ja, wir sehen in den Alpen mächtige Bänke von Gyps und Macigno, die man oft für die ältesten secundären, sogar für Uebergangs-Gebilde halten möchte — und die ebenso jung sind, wie unser London-Thon, unsere Bagshot-Sandsteine!

Ich bedauere, hier von den Ansichten E l i e d e B e a u m o n t ' s abweichen zu müssen; denn er sieht das „terrain à nummulites“ noch immer als ein Glied der Kreide-Formation an. In einem Punkt — wenn er behauptet, daß durch einstige Untersuchungen Uebergänge aller einander begrenzenden Formationen bekannt wurden — spricht er seine Uebereinstimmung mit längst von mir dargelegten Grundsätzen aus. Er glaubt mit mir, daß alle Störungen, alle Revolutionen nur lokale sind, im Verhältniß zur Oberfläche unseres Planeten, und daß selbst in zwei Formationen, die in abweichender Lagerung zu einander sich befinden, die nämlichen fossilen Reste vorkommen können. Offenbar ist ihm die weite Verbreitung eines ächten Repräsentanten der weißen Kreide in den Alpen nicht bekannt, und er nimmt an, daß die nummulitische Reihe auf Grünsand-Schichten ruhe, in der Voraussetzung, daß die nummulitische Gruppe und der Gyps jenes Gebir-

geß dem oberen Theil der Kreide-Formation entsprechen, und gleichsam die im nördlichen Europa so fühlbare Lücke zwischen der Oberfläche der Kreide und dem plastischen Thon ausfüllen. Wäre Beaumont's Classification richtig, dann würden die nummulitischen und Gyps-Massen, das „terrain épierétacé“, sicherlich durch einen Repräsentanten des Grobkalkes bedeckt werden, während fast allenthalben über der nummulitischen und Gyps-Gruppe — und zwar meist in ungleichförmiger Lagerung — miocene oder pliocene Gebilde ruhen. Selbst wenn sie gar keine fossilen Reste enthielten, so müßten die ungeheuren Ablagerungen dünngeschichteter Gebilde, welche die Nequivalente der Kreide bedecken, und über denen andere Gesteine, die bisher allein als jüngere tertiäre galten, erscheinen, gleichsam als Vertreter einer so langen Periode als ächte und wahre Nequivalente der eocenen Epoche angesehen werden. *)

Und nun noch einige Worte über die Veränderungen, welche die Annahme der von mir dargelegten Ansichten auf geologischen Karten bewirken müssen. Bei früheren Classificationen der Gesteinmassen des südlichen Europa's wurde gewöhnlich die eocene Formation fast ganz weggelassen, weil sie meist den oberen Theil einer zusammenhängenden, ununterbrochenen Schichten-Reihe bildet, deren Basis der Neocomien-Kalkstein, oder das tiefste Glied des Kreide-Systemes ist. In manchen Gegenden mag es freilich — wenn der Maßstab der Karte nicht ein großer — sehr schwierig seyn, eine Trennung der eocenen Ablagerungen von denen der Kreide anzudeuten, dagegen ist es eben so leicht, als nothwendig, diese Formation durch eine gewisse Farbe auf weite Strecken hin zu bezeichnen, und auf solche Weise von den Kreide-Massen einerseits und von jüngeren Tertiär-Schichten andererseits zu

*) Vor kurzer Zeit erhielt ich einen Brief von d'Orbigny; „Drei Jahre sind es“ — so bemerkt er — „daß mich ausgedehnte Untersuchungen über Nummuliten beschäftigten. Bei Vergleichung aller Resultate muß ich nothwendig zwei verschiedene Epochen erkennen, zwei Schichten-Gruppen, die unmittelbar auf einander folgen, deren jede aber ihre besondere Fauna besitzt. Die eine dieser Epochen, welche ich in den französischen Alpen, in den Pyrenäen, und in den Gironde-Gegenden beobachtete, entspricht dem plastischen Thon von Paris und London, und da sie zu den unteren Sand-Ablagerungen von Soissons gehört, habe ich sie als „Etage Suessonien“ bezeichnet; die andere, in den Alpen und im Gironde-Becken ebenso häufig, den Grobkalk von Paris bis zum Gyps von Montmartre und dem London-Thon umfassend, nenne ich „Etage Parisien.“ Ich habe diese Thatsache in einem Werke, das bald erscheinen wird, ausführlich behandelt. Bei der Uebung, welche ich im Bestimmen solcher fossilen Reste erlangte, ist es mir leid, nicht nach London kommen zu können, um Ihre Sammlungen zu untersuchen; die Petrefacten, welche ich bei Verneuil sah, stimmen völlig mit denen aus den französischen Alpen und aus den Pyrenäen überein. Die Versteinerungen, welche Tschibatcheff unlängst aus Kleinasien mitbrachte, bestätigen meine Ansicht, daß diese tertiären Gebiete auch in Hindostan verbreitet sind.“

scheiden. Selbst auf Uebersichtskarten dürfte eine derartige Trennung zu bewerkstelligen seyn. Keine geologische Unterscheidung ist wohl wesentlicher, als die zwischen unteren tertiären Gelsmassen und oberen secundären Gebilden, um so mehr, da mit Ausnahme gewisser Verbindungs = Schichten, beide Gruppen keine Petrefacten gemeinschaftlich besitzen, und die deutlichsten Beweise bieten, daß sie in ganz verschiedenen Epochen gebildet wurden, als die submarine Thierwelt eine große Veränderung erlitt.

Hinsichtlich des Haupt=Gegenstandes, den ich hier zur Sprache brachte, bemerke ich noch, daß, wo verschiedene Glieder des Kreide = Systemes auftreten, vom Neocomien, oder dem Aequivalent des unteren Grünsand aufwärts durch den Gault und oberen Grünsand in die obere Kreide einschließ- lich, stets alle Arten des Geschlechtes *Nummulina* oberhalb solcher Gebilde erscheinen, und ferner, daß mit Ausnahme von einer oder zwei Arten von *Gryphaea* und *Terebratula* — Conchiferen von besonderer Ausdauer kommen gewöhnlich in den Zwischen= oder Uebergangs = Bildungen oberhalb der Kreide und nie über den unteren Schichten der nummulitischen Gruppe vor — sämtliche Petrefacten, die sich in Gesellschaft der Nummuliten finden, die Charaktere der eocenen Epoche tragen. Ich freue mich dieser, auf geologische Untersuchungen gegründeten Folgerungen um so mehr, da sie im vollen Einklang sind mit den Beobachtungen, welche die ausgezeichnetsten Naturforscher unserer Zeit aus dem Studium fossiler Reste schöpften. Brongniart, Deshayes und d'Orbigny halten schon lange die Nummuliten=Gebilde des südlichen Frankreichs für tertiär. Agassiz rechnet sie zu einer besonderen oder unter=tertiären Gruppe. Bronn versetzt in seiner werthvollen tabellarischen Uebersicht aller bekannten Petrefacten — welche besondere Aufmerksamkeit verdient — die nummulitische Gruppe an die Basis aller Tertiär=Ablagerungen. — Beharrliche Untersuchungen haben stets die Harmonie der physischen Geologie mit der Paläontologie nachgewiesen.

Ich erlaube mir, hier am Schlusse noch einmal auf die Folgerungen hinzudeuten, die ich aus den merkwürdigen Erscheinungen des Metamorphismus, der Schichten=Viegungen, Windungen und Brüche zog, welche in den Alpen und Apenninen so großartige Wirkungen hervorbrachten; zugleich will ich die Resultate, zu welchen ich gelangte, noch einmal kurz zusammenfassen:

- 1) Während in den östlichen Alpen silurische, devonische und Kohlen= Gebilde vorkommen, hat die paläozoische Gruppe des südlichen Europa nirgends Spuren vom permischen System des nördlichen Europa aufzuweisen.

- 2) In den östlichen Alpen, und namentlich in Tyrol, stellen sich über den paläozoischen Gebilden Glieder der Trias-Formation ein, charakterisirt durch Muschelfalk-Petrefacten und durch manche, der alpinischen Zone dieses Systemes eigenthümliche Arten; in den westlichen Alpen wurde bis jetzt noch keine Spur von diesen Petrefacten gefunden.
- 3) Das jurassische System der Alpen und Apenninen besteht aus zwei verschiedenen Kalkstein-Formationen; die untere vertritt den Lias und unteren Dolith, die höhere die Oxford-Gruppe, welche in Rußland eine so bedeutende Rolle spielt, obwohl die petrographische Beschaffenheit ihrer Glieder eine ganz verschiedene.
- 4) Die Kreide-Gruppe des südlichen Europa's besteht aus hartem, hie und da krystallinischem Neocomien-Kalkstein, — zum großen Theil Aequivalent des englischen unteren Grünandes — ferner aus Schichten mit Versteinerungen des Gault und oberen Grünsand, und aus rothen und weißen Kalksteinen mit Inoceramus, Repräsentanten der weißen Kreide.
- 5) Wo die Reihenfolge eine vollständige und ununterbrochene, lassen die Kreide-Gebilde der Alpen und Apenninen gleichförmige und unmerkliche Uebergänge (sowohl in petrographischer als zoologischer Hinsicht) in die nummulitische Gruppe wahrnehmen, in welcher, so wie in den, zwischen und über ihr auftretenden Massen von Flysch oder oberem Macigno die secundären Typen verschwinden und statt deren eine eocene Fauna sich einstellt.
- 6) Durch die Gegenwart fossiler Reste — namentlich der Nummuliten und Echinodermen — hat man die Verbreitung der eocenen Gruppe vom Mittelmeer durch Egypten, Klein-Asien und Persien bis Hindostan nachgewiesen, wo sie die westlichen und nördlichen Grenzen von britisch Indien bildet.
- 7) Die Bezeichnungen: Karpathen = Sandstein, Wiener Sandstein, Flysch und Macigno wurden auf secundäre und tertiäre Gesteine ausgedehnt; aber in den Alpen, wie in den Apenninen repräsentiren Nummuliten=führende Abtheilungen derselben, zugleich mit gewissen Schichten über ihnen, die eocene tertiäre Epoche.
- 8) Die Kreide- und nummulitische eocene Formation der Alpen wurde ohne Unterbrechung unterhalb des Meeres abgelagert; sie erlitten seitdem bedeutende Biegungen und Brüche, in Folge deren bisweilen jüngere Gesteine unter älteren liegen.
- 9) Der einzige allgemeine Charakterzug von Unabhängigkeit der Formationen in den nördlichen Alpen beruht auf dem großen Bruch

und dem „Hiatus“ zwischen früher vorhandenen nummulitischen eocenen und Glysch-Massen, und zwischen den später gebildeten Molasse- und Nagelfluh-Schichten.

- 10) Die fossilen Reste der Schweizer Meeres-Molasse — man mag sie nun jüngere pliocene oder ältere miocene nennen — enthalten eine große Proportion lebender Arten von Meeres-Muscheln, während die mit ihnen verbundenen und sie bedeckenden Ablagerungen, bisweilen auch Molasse genannt, Petrefacten enthalten, die sämmtlich ausgestorbenen Arten angehören; es können daher die nämlichen Namen nicht als Aequivalente angewendet werden, um unter dem Meer abgesetzte Tertiär-Schichten und auf dem Land gebildete zu bezeichnen.
 - 11) Obgleich am südlichen Abfall der Venetianer Alpen auf die nummulitische eocene Gruppe jüngere Tertiär-Ablagerungen folgen, die gleichfalls unter hohen Winkeln aufgerichtet, ein der älteren Kette paralleles Streichen besitzen (Vassano, Asolo), so ist doch wahrscheinlich, daß solch eine äußere, untere Parallele nach der Haupt-Erhebung der secundären und eocenen Gebilde statt hatte, in Folge deren letztere bisweilen auf den Alpen-Gipfeln zurückblieben.
 - 12) Ungeachtet aller lokalen Störungen läßt das nördliche Italien gleichmäßige Uebergänge von den obersten eocenen, oder untersten miocenen Gebilden bis in die höchsten subapenninischen Schichten wahrnehmen, in welchen die meisten Muscheln von noch lebenden Arten nicht zu unterscheiden sind.
 - 13) Seit der Ablagerung der miocenen Massen und jüngsten Meeres-Gebilde hat Italiens Küste, zum Theil noch in der historischen Ära, Oscillationen erlitten. Es sind dieß die letzten Symptome einer unterirdischen Thätigkeit, die sich in früheren Epochen in den Alpen, Apenninen und Karpathen in bedeutenderer Stärke zeigte.
-

Nummulina	millecaput (<i>Boubée</i>) = .	Alpen. Pyrenäen. Krimm. Das
	N. polygyratus (<i>Desh.</i>)	Vicentinische. Egypten. Scinde.
"	planospira (<i>Boubée</i>) = .	Südl. Frankreich. Pyrenäen. Alpen.
	N. assilinoides (<i>Rut.</i>)	Karpathen. Apenninen. Monte
		Gargano (Neapel.)
"	Biaritzana (<i>d'Arch.</i>) = .	Alpen. Biaritz. Gutsch. Scinde.
	N. atacica (<i>Leym.</i>) = N.	
	acuta (<i>Sow.</i>) = N. re-	
	gularis (<i>Rut.</i>)	
"	rotularis (<i>Desh.</i>) = N. .	Südl. Frankreich. Pyrenäen. Alpen.
	globulus (<i>Leym.</i>) = N.	Krimm. Karpathen?
	laevigata (<i>Pusch.</i>) ?	
"	placentula (<i>Desh.</i>) = . .	Südl. Frankreich. Alpen. Krimm.
	N. intermedia (<i>d'Arch.</i>)	Egypten. Scinde?
"	globosa (<i>Rut. u. Arch.</i>) .	Alpen. Südl. Frankreich.
	= N. obtusa (<i>Joly und</i>	
	<i>Leym.</i>) (Var. v. Biarit-	
	zana.)	
"	laevigata (<i>Lam.</i>)	London. Paris. Belgien. Pyrenäen.
		Das Vicentinische. M. Gar-
		gano.
"	crassa (<i>Boubée.</i>) = N. .	Alpen. Pyrenäen. Gutsch.
	obtusa (<i>Sow.</i>)	
Orbitolites	submedia (<i>d'Arch.</i>) = . .	Südl. Frankreich. Pyrenäen. (Mat-
	O. Prattii (<i>Mich.</i>)	see.) Alpen.
"	discus (<i>Rut.</i>)	Südl. Frankreich. Alpen. Scinde.
"	patellaris (<i>Brunner.</i>) . .	Alpen.
"	stellaris (<i>Brunner</i>) = . .	Schweizer Alpen. Das Vicentinische.
	Calcarina stellata	Nizza. Südl. Frankreich.
	(<i>d'Arch.</i>)	

Zoophyten.

- Trochocyanthus bilobatus* (Edwards) Nizza. Scinde.
u. *J. Haime*, Ann. des Sc.
nat. 3 ser. IX, pg. 331.)
- „ *multisinuosus* (Edwards) Nizza. Scinde.
und *J. Haime*, ibid. pag.
336.)
- „ dem *T. cyclolitoides* nahe- Scinde.
kommend (dieselben daselbst.)
- Trochosmilia corniculum*, (dies. pag. . Nizza. Scinde.
240.)
- Stylocaenia emaciata* (dies. das.) . . . Paris. Scinde.
- Ceratotrochus* dem *C. exaratus* nahe . Scinde.
stehend (dies. das.)
- Cyclolites Borsoni* (Mich.) Nivalta (Bormida). Nizza. Scinde.
- Astraea radiata* (Lam.) Paris. Das Vicentinische. Nivalta.
(Bormida.)
- Meandrina profunda* (Mich.) Das Vicentinische. Nivalta. (Bor-
mida).

Anmerkung. Der größere Theil der Korallen aus dem Vicentinischen wurde noch nicht mit denen von anderen Fundorten verglichen.

Radiarier.

- Pygorhynchus Cuvieri* (Münst.) . . . Paris. N. Alpen.
- „ *subcylindricus* (Ag.) . . Trient. Alpen.
- Conoclypus conoideus* (Lam.) . . . N. Alpen (S. Alpen). Pyrenäen.
Asturien. Das Vicentinische.
Nizza. Krimm. Egypten.
- Echinocyamus profundus* (Ag.) . . . Trient. Schweizer Alpen.
- Echinolampas politus* (Ag.) N. Alpen. Südl. Frankreich.
- „ *subsimilis* (Ag.) . . . Pyrenäen. Trient. Etsch.

Anmerkung. Die Menge und Mannigfaltigkeit von Echinodermen = Arten, welche sich in der nummulitischen Gruppe der Alpen, Pyrenäen und in Indien finden und über 100 Arten betragen, charakterisiren diese Formation besonders; keine derselben ist in den Kreide-Gebilden bekannt. Der größere Theil der Arten gehört zu den Geschlechtern *Echinolampas*, *Conoclypus*, *Pygorhynchus*, *Eupatagus*, *Hemiaster*, *Schizaster* (Ag.)

Crustaceen.

- Cancer Sonthofensis* Sonthofen, bairische Alpen.

Anmerkung. Noch andere Crustaceen-Arten sind in den Alpen, in Egypten, in Scinde häufig.

U n n e l i d e n.

Serpula spirulaea (Lam.) Paris. Schweizerische und baierische
Alpen. Das Vicentinische.
Asturien.

G o n d i f e r e n.

Cytherea elegans (Lam.) London. Paris. Das Vicentinische.

Venericardia acuticostata (Lam.) . . Paris. Das Vicentinische.

= *V. Laurae* (Brong.) =

Cardium semigranulatum.

Venericardia minuta (Leym.) Pyrenäen. Nizza. Egypten.

Chama squamosa (Sow.) London. Bassano.

Pholadomia Puschii (Goldf.) London? Südl. Frankreich. West-
phalen. Nizza. Das Vicenti-
nische. Scinde.

Crassatella sulcata (Sow.) London. Schio. Das Vicentinische.

Pecten corneus (Sow.) = *P. sub-* . London. Kreffenberg. Schweizer Al-
orbicularis (Münst.) pen.

„ *plebejus* (Lam.) Paris. Kreffenberg. Schweiz. Alpen.

„ *scutularis* (Lam.) Paris. Kreffenberg. Schweiz. Alpen.

Ostrea gigantea (Dubois.) = *O. la-* . Paris. Pyrenäen. Südl. Frankreich.
tissima (Desh.) Das Vicentinische. Nizza. Lon-
don. Asturien. Krimm.

„ *multicostata* (Desh.) Paris. Pyrenäen. Nizza. Egypten.

Terebratula bisinuata (Desh.) = *T.* . Paris. Kreffenberg.
subalpina (Münst.)

Spondylus cisalpinus (Brong.) Nizza. Sardagna bei Trient. Vicens-
tinische und baierische Alpen.

M o l l u s k e n.

Conus diversiformis (Desh.) Paris. Scinde.

„ *stromboides* (= *C. concin-* . London. Bassano. Das Vicentinische.
nus, Sow.)

Ovula tuberculosa (Duclos) Paris. Krimm. Scinde.

Voluta Cithara (Lam.) Paris. Scinde.

„ *harpula* (Lam.) Paris. Bassano.

Bulla Fortisii (Brong.) Das Vicentinische. Egypten.

„ *striatella* (Lam.) Paris. Das Vicentinische.

Terebra Vulcani (Brong.) Das Vicentinische. Scinde.

Cerithium giganteum (Lam.) London. Paris. Venet. Alpen. Nizza.
Krimm. Scinde, u. s. w.

- Cerithium hexagonum* (Lam.) = . . Paris. Cotentin. Das Vicentinische.
C. pentagonum (Fortis) =
C. Maraschini (Brong.)
 „ *cornucopiae* (Lam.) = . . Paris. Cotentin. Das Vicentinische.
C. armatum (Münst.)
- Rostellaria fissurella* Paris. Nizza. Das Vicentinische.
 Egypten.
- Strombus Fortisii* (Brong.) Das Vicentinische. Scinde.
- Fusus longaevus* (Lam.) London. Das Vicentinische. Paris.
 Bassano.
- „ *intortus* (Lam.) Paris. Bassano.
- Neritina conoidea* (Lam.) Paris. Pyrenäen. S. Tirol. Das
 Vicentin. Egypten. Scinde.
- Natica sigaretina* (Lam.) Paris. Nizza. Das Vicentinische.
 Scinde, u. f. w.
- Pleurotoma semicolon* (Sow.) London. Bassano. Possagno, u. f. w.
- „ *undata* (Lam.) Paris. Bassano.
- Melania costellata* (Lam.) Paris. Schweizer Alpen. Das Vi-
 centinische.
- „ *lactea* (Lam.) = M. Sty- . Paris. Das Vicentinische.
gii (Brong.)
- Turritella Archimedis* (Brong.) . . . Paris. Pyrenäen. Egypten.
- „ *imbricataria* (Lam.) . . . London. Paris. Schweizer Alpen.
 Das Vicentinische. Egypten.
 Krimm. Scinde.
- „ *vittata* (Lam.) Paris. Nizza. Das Vicentinische.
 Egypten. Scinde.
- Trochus monilifer* (Lam.) Paris. Scinde.
- „ *agglutinans* (Lam.) Paris. Das Vicentinische. Scinde.
- Nautilus ziczac* (Sow.) London. Kressenberg. Matsee.

Anmerkung. Unter den mir kürzlich durch Capitän Vicary aus Subbathu in Hindustan zugekommenen Petrefacten befindet sich ein Fragment vom Kinnbacken und ein Zahn eines Gavial-artigen Thieres, von dem Owen sagt, es scheine rundere Zähne zu besitzen, als die neueren Arten in Italien, und erinnere in dieser Beziehung an unsere alte britische Art von Bracklesham. Keine der Versteinerungen aus den unteren Himalaya-Gegenden deutet auf ältere Formationen, als die eocene. — Unter dem Namen Scinde möge der Leser Cabul, Pendschab, das Thal von Kaschmir und einen Theil von Affam begreifen. Vigne, der kürzlich Kaschmir besuchte, zeigte mir Kalkstein mit Nummuliten von da.

Nachschrift.

Als Ergänzung zu meinen eigenen, unbedeutenden Beobachtungen über den Trias der Venetianer und Tiroler Alpen verweise ich den Leser auf das neueste Werk von Catullo: „*Prodromo di Geognosia palaeozoica delle Alpi Venete*; Modena, 1847.“ Außer den oben genannten, häufigen Muschelfalk-Arten führt Catullo noch einige neue Arten an, darunter die interessante Trias-Pflanze *Voltzia brevifolia* (Brong.). Er zählt ferner Petrefacten aus der Kreide- und Jura-Gruppe jener Gegenden auf, und theilt Abbildungen der Cephalopoden mit. Ich kann über einen Punkt, dessen er gedenkt, nicht entscheiden: daß gewisse Arten dem oberen Jura und Neocomien gemein seyen. So leid es mir thut, einem so erfahrenen Naturforscher, wie Catullo zu widersprechen, muß ich dennoch bemerken, daß wo ich eine Gegend, in der eine deutliche Schichtenfolge vorhanden, untersuchte, auch die von Signo angedeuteten zoologischen Unterschiede nicht zu fehlen pflegten. Bei Fällen der Art hängt Alles von richtiger Auffassung der Verhältnisse ab. Catullo beschreibt ferner fünf *Nummuliten*-Arten aus den Tertiär-Ablagerungen des Vicentinischen. Ich überlasse es Anderen zu erklären, ob diese Petrefacten nicht schon früher von Autoren benannt wurden. In einem anderen Werke, „*Cenni sopra il terreno di sedimento superiore*; Venezia, 1847“ hat Catullo eine Anzahl tertiärer Korallen abgebildet.

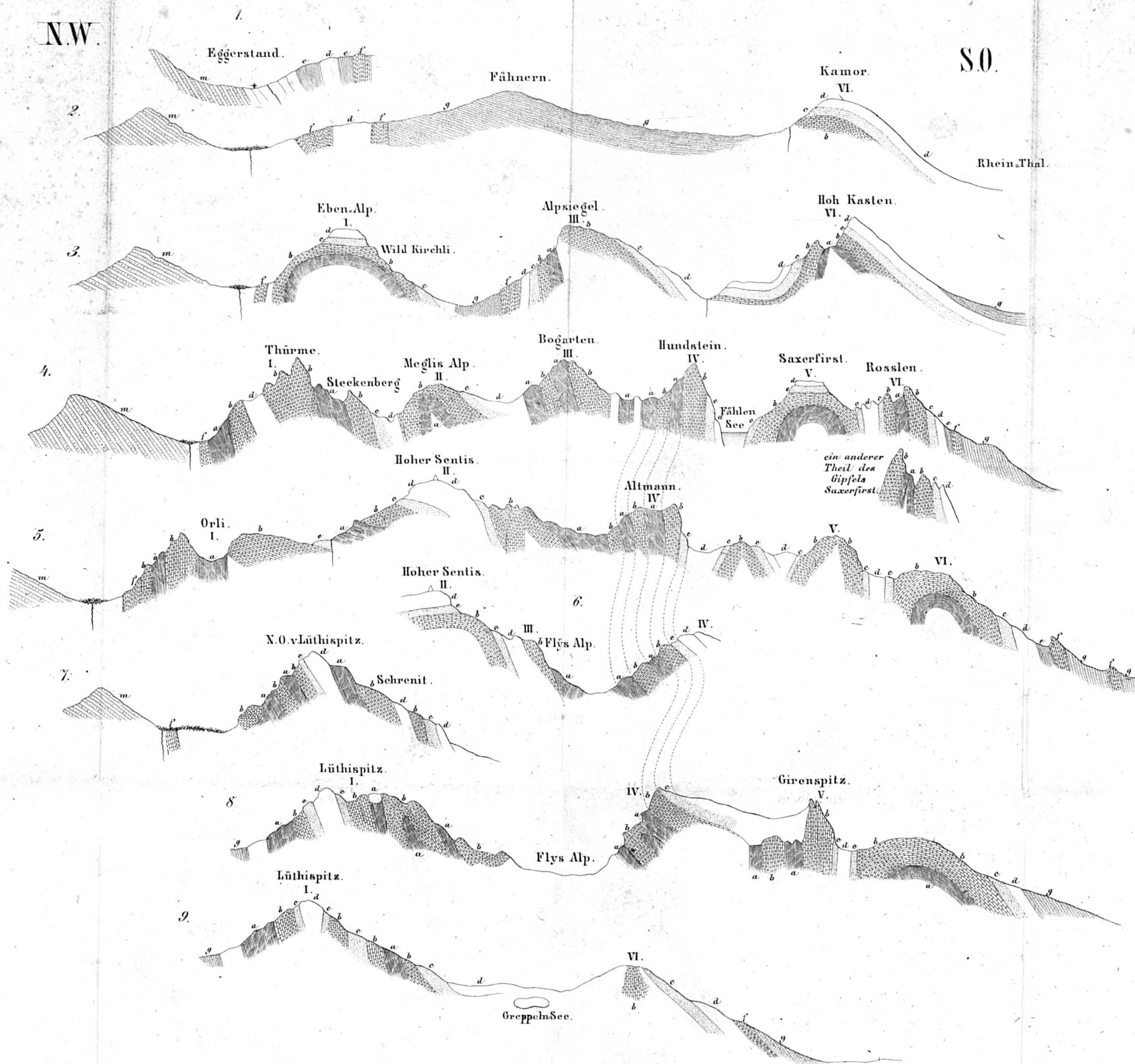
So eben erhalte ich eine neue geologische Karte der Umgebungen von Wien durch J. Gzizek, auf welcher der „Wiener Sandstein“ als älter wie der Alpen-(Jura?)Kalkstein bezeichnet ist! Ich habe die Gegend nicht genau genug untersucht, um eine solche Annahme zu widerlegen, aber ich halte fest an den, in dieser Schrift vorgetragenen Thatfachen, und da der bayerische Flysch, gleich jenem der Schweiz, ohne Zweifel jünger als Kreide ist, so kommt es Oesterreichs Geologen zu, zu zeigen, daß ihr „Wiener Sandstein“ weder eine Verlängerung dieser Ablagerung, noch eine sandige Abänderung irgend eines Theils der Kreide-Gruppe sey.

PROFILE
 durch
DEN HOHEN SENTIS,
 entworfen von
Arnold Escher von der Linth
 zu dem Aufsatz
R. I. Murchison's
 „über den Gebirgsbau der Alpen“,
 deutsch von
G. Feenhard.

VERLAG von J.B. MÜLLER.
 STUTTGART
 1850.

N.W.

S.O.



Malasse u.
 Nagelfluhe.

Eocene/
 Gebilde
 (Murchison):

Nach Murch.: Über-
 gangs- od. Zwisch-
 en-Bildungen:

Kreide-Gruppe:

